



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Gebrauchsmusterschrift
10 DE 200 13 405 U 1

51 Int. Cl. 7:
B 60 R 21/16

21 Aktenzeichen: 200 13 405.1
22 Anmeldetag: 3. 8. 2000
47 Eintragungstag: 15. 2. 2001
43 Bekanntmachung
im Patentblatt: 22. 3. 2001

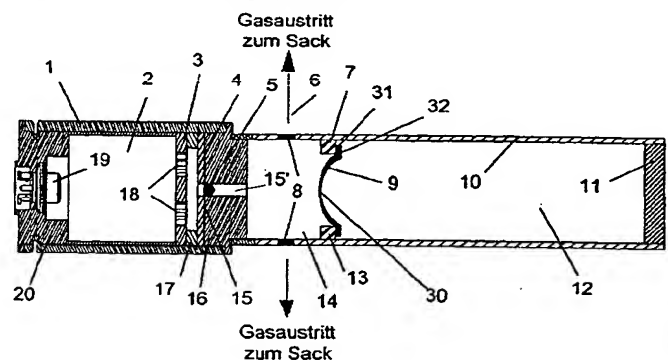
73 Inhaber:
Lell, Peter, Dr.-Ing., 85368 Moosburg, DE

DE 200 13 405 U 1

Rechercheantrag gem. § 7 Abs. 1 GbmG ist gestellt

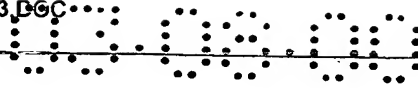
54 Mehrstufiger programmierbarer Gasgenerator, insbesondere für Kfz-Airbagsysteme

57 Mehrstufiger Gasgenerator, insbesondere für Kfz-Airbagsysteme, mit mindestens einem Gasbehälter (10, 68, 70), in welchem ein Vorratsgas enthalten und/oder in welchem Gas erzeugbar und/oder welchem Gas zuführbar ist, wobei der Gasbehälter mindestens eine ansteuerbare Öffnungsvorrichtung (5, 23, 24, 61, 64, 65, 71, 73, 76, 80, 152, 154) besitzt und ansonsten eine Hintereinanderschaltung von internen Membran- oder Plattensystemen (9 + 30, 22 + 88 + 91, 22 + 88 + 114, 33 + 34, 35 + 36, 114 + 41 + 42 + 47, 44 + 45, 46 + 43, 54 + 42, 130 + 43, 132 + 45, 133 + 43, 134 + 45, 121 + 69, 67, 72, 74, 75, 78, 160 + 7, 96 + 98, 96 + 99, 104 + 101, 106 + 108 + 81) aufweist, die nach dem Öffnen der ersten Membran selbsttätig, quasi programmiert nacheinander aufgehen, damit das dahinter jeweils gespeicherte Gas nach und nach freigeben, wobei die zugehörigen durchströmten Öffnungen hinsichtlich ihrer jeweils einzelnen Querschnitte und hinsichtlich der Gesamtquerschnittsfläche strömungsbestimmend für den Massenstrom des jeweils ausströmenden Gases ausgebildet sind.



BEST AVAILABLE COPY

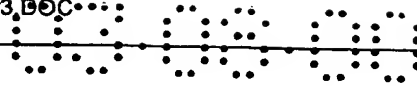
DE 200 13 405 U 1



Mehrstufiger programmierbarer Gasgenerator, insbesondere für Kfz-Airbagsysteme

- Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Gasgenerator, insbesondere für Kfz-Airbagsysteme, bei dem in einem Gasbehälter gespeichertes und/oder darin erzeugtes Gas aus mehreren Auslassöffnungen des Gasbehälters austreten kann und dann beispielsweise zum Befüllen eines Gassacks eines Kfz-Airbagsystems dient. Aus der DE 196 54 315 A1 ist ein Hybrid-Gasgenerator zum Aufblasen von Airbags bekannt, der zwei Brennkammern aufweist, in denen jeweils eine Treibladung angeordnet ist. Die Brennkammern stehen mit einer Speicherkammer in Verbindung, welche mit einem unter einem bestimmten Druck stehenden Vorratsgas gefüllt ist. Die Speicherkammer weist eine mittels eines Schließelements verschlossene Auslassöffnung auf, wobei das Schließelement mittels eines stangenartigen Betätigungselements aufgestoßen wird, wenn die erste Treibladung aktiviert wird. Hierzu ist das stangenartige Betätigungselement mit seinem rückwärtigen Endbereich vor der Verbindungsöffnung der Brennkammer angeordnet, so dass dieser rückwärtige Bereich nach dem Aktivieren der Treibladung vom Druck des in der Brennkammer erzeugten heißen Gases beaufschlagt wird. Das Betätigungselement wird hierdurch bedrückt, so dass es mit seinem vorderen Ende das die Auslassöffnung der Speicherkammer verschließende Schließelement aufstößt. Die zweite Treibladung des Hybrid-Gasgenerators nach der DE 196 54 315 A1 wird zeitlich verzögert angezündet, so dass der zeitliche Verlauf des Druckaufbaus entsprechenden Vorgaben angepasst werden kann.
- Nach der technischen Lehre dieses Standes der Technik ist es ebenfalls möglich, verschiedenartige Druckaufbaucharakteristiken durch die gezielte Verteilung der Treibladungen, durch die Steuerung der Anzündvorgänge und durch andere konstruktive Modifizierungen, wie beispielsweise die Bemessung des Querschnitts der Ausströmöffnungen der Brennkammern in den Flaschenteil bzw. den Gasbehälter zu realisieren.

DE 200 13 405 U1



In einer Ausführungsform des Hybrid-Gasgenerators gemäß der DE 196 54 315 A1 ist die Verwendung von zwei unterschiedlich dimensionierten Treibladungen dargestellt, die jeweils ein Betätigungselement für das Durchstoßen einer Membran antreiben, welche jeweils eine von zwei Auslassöffnungen der Speicherkammer verschließen. Auch bei dieser Ausführungsform werden die Treibladungen zeitlich verzögert gezündet, wobei durch die jeweils zuletzt gezündete Treibladung das Gasmisch zusätzlich aufgeheizt wird.

10

Mit dem Hybrid-Gasgenerator gemäß der DE 196 54 315 A1 lässt sich zwar ein vorgegebener zeitlicher Verlauf des Gasdrucks besser und einfacher realisieren, als dies mit einem einstufigen Gasgenerator möglich wäre. Nachteilig bei einem derartigen mehrstufigen Gasgenerator ist jedoch der hohe Entwicklungsaufwand, insbesondere Simulationsaufwand, bis der Gasgenerator einen vorgegebenen zeitlichen Druckverlauf innerhalb zulässiger Toleranzen einhält. Ein weiterer wesentlicher Nachteil sind seine hohen Fertigungskosten, die insbesondere durch die für die Ventilbetätigung erforderlichen Teile verursacht werden.

20

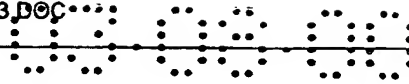
Zudem verwenden alle bisher konzipierten oder gar ausgeführten Gasgeneratoren jedoch für jede Stufe mindestens einen eigenen Anzünder zur Öffnung von Ventilen, Membranen bzw. zur Erreichung einer Mehrstufigkeit. Damit wird neben den kostspieligeren Mehrstufen-Gasgeneratoren auch ein aufwendiges Sensorsystem zur Ansteuerung des Zündsystems und ein wesentlich aufwendigeres Zündsystem selbst notwendig.

25

Gefordert werden nun aber andererseits neben einer deutlichen Kostenreduzierung eine Mehrstufigkeit, die programmiert ablaufen kann, wenn der Gasgenerator nur einmal gezündet wurde: Beispielsweise die Erzeugung eines relativ kleinen Massenstromes, um den zunächst noch zusammengefalteten Sack langsam und damit schonend zu entfalten, dann aber diesen Sack dafür um so schneller in der dann noch zur Verfügung stehenden, nun etwas kürzeren Zeit, schnell aufzublasen - man möchte also die feststehende Gesamtfunktionszeit des Gasgenerators aufteilen in eine Schwachblasphase und

30

DE 200 13 405 U1



in eine Starkblasphase! – und das, ohne dafür ein zweites Zündsignal liefern und in Form eines teuren Anzündstücks im Gasgenerator verwirklichen zu müssen!

5 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Gasgenerator, insbesondere für Kfz-Airbagsysteme, zu schaffen, der einfach unter Berücksichtigung von Vorgaben für einen zeitlichen Druckverlauf zu entwickeln ist, der hinsichtlich seiner Aufblascharakteristik einfach an vorgegebene Erfordernisse anpassbar und flexibel einsetzbar ist und der dabei nur von einem Anzünder bzw. nur von einem Zündsignal angesteuert wird.

10 Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass Gasströme sehr einfach durch Öffnungen massenstrommäßig gesteuert werden können und diese Öffnungen durch platzende Membranen definiert - aber dennoch sehr schnell freigegeben werden können.

15

Der mehrstufige Gasgenerator nach der Erfindung umfasst daher mindestens einen Gasbehälter, in welchem ein Vorratsgas enthalten und/oder in welchem Gas erzeugbar und/oder in welchem Gas zuführbar ist, wobei der Gasbehälter mehrere, in Ausströmrichtung hintereinander angebrachte Öffnungsvorrichtungen bzw. öffnbare Auslassöffnungen aufweist (diese Auslassquerschnitte liegen damit in Reihe nacheinander bezogen auf die Wirkungsrichtung des Öffnungsmechanismus, wobei die Auslassöffnungen hinsichtlich ihrer jeweils einzelnen Querschnitte und hinsichtlich der Gesamtquerschnittsfläche bewusst strömungsbestimmend für den Massenstrom des Gases ausgebildet sind).

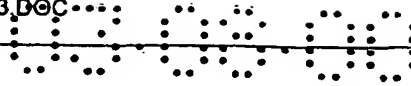
20

25

Hierbei wird bewusst ausgenutzt, dass das Öffnungsverhalten von Membranen oder membranartig eingeschweißten Platten (das sind Platten, die auf der strömungsabgewandten Seite definiert so eingeschweißt sind, dass beim entsprechenden Differenzdruck die Schweißnaht aufreißt und die Platte so aufgerissen wird, während Membranen immer so eingeschweißt werden, dass beim entsprechenden Differenzdruck das Material der Membran quasi von der freizugebenden Öffnung ausgestanzt wird, diese wirkt damit als Matrize – die Membranen befinden sich damit voll im mit Gas gefüll-

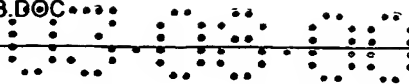
30

DE 200 13 405 U1



- ten Behälter und strömungsmäßig vor der freizugebenden Öffnung, während die Platten sich strömungsmäßig nach der freizugebenden Öffnung befinden!) so gesteuert werden kann, dass das Platzen einer derartigen Kaskade von Membranen bzw. Aufgehen definiert eingeschweißter Platten und damit hermetisch abgedichteter Gasvolumina zeitlich nacheinander und dabei zwangsweise nach dem Öffnen der ersten Membran bzw. Platte immer dann erfolgt, wenn der Druckunterschied an der jeweiligen Membran bzw. Platte gerade den Berstdruck bzw. Öffnungsdruck dieser Membran bzw. Platte erreicht:
- 5
- 10 Bei geschickter Auslegung räumlich hintereinander angebrachter, jeweils mit anderen Drücken und sogar anderen Gasen gefüllter Flaschenteile bewirkt damit das Öffnen der ersten, der Ausblasöffnung am nächsten liegenden Membran bzw. Platte nach einer einstellbaren Zeit zwangsweise das Öffnen der nächsten bedrückten Kammer usw. wie folgt:
- 15
- Zunächst strömt nach dem Öffnen der ersten, der Ausblasöffnung des Gasgenerators am nächsten liegenden Membran bzw. Platte Gas aus dem ersten bedrückten Volumen aus, der Innendruck sinkt damit, damit sinkt aber auch der Gegendruck an der zweiten Membran bzw. Platte; wenn der Differenzdruck an dieser zweiten Membran bzw.
- 20 Platte kleiner wird als der Berstdruck bzw. Öffnungsdruck der zweiten Membran bzw. Platte, wird diese zwangsweise zerstört bzw. geht auf. Gas strömt aus dem zweiten bedrückten Volumen aus, der Druck sinkt damit auch hier, bis auch an der Schnittstelle dritte Membran der Differenzdruck zum Bersten bzw. Öffnen ausreicht usw.....
- Das Öffnen der einzelnen kaskadierten Gasbehälter erfolgt damit zwangsweise zeitlich
- 25 hintereinander, nachdem die erste Membran geöffnet wurde.
- Das Prinzip ist theoretisch auf für die Praxis beliebig viele Stufen ausweitbar.
- Die Öffnungen für den Gasstrom liegen damit räumlich in der Art einer Serienschaltung hintereinander, während die Öffnungen bei herkömmlichen mehrstufigen Gasgeneratoren immer räumlich nebeneinander angeordnet sind, quasi in einer Art Parallelschaltung der Ventilöffnungen, so auch bei Anmeldung Nr. 10033324-9.
- 30

DE 200 13 405 U 1



5 Eine Abart dieses Verfahrens liegt vor, wenn man entweder eine Membran mit örtlich unterschiedlicher Wandstärke einbaut, vgl. Figur 1 und 2a bis 2c, eine mindestens zweigeteilte membranartig eingeschweißte Platte als Abschluß eines Gasbehälters verwendet, Figur 2d bis 2f, oder die Membran selbst oder deren Träger innerhalb des Gasgenerators durch den erzeugten Überdruck sich ausreißen und über die Gasaus-

10 trittsöffnung des Gasgenerators schieben lässt, vgl. hierzu Figur 7 und 8:

Damit wird zunächst eine nur kleine Öffnung für das ausströmende Gas freigegeben, wohingegen die gesamte Öffnung hier erst dann frei wird, wenn bei gleichzeitig statt-

15 findendem Gasfluß in den Gasbehälter der Innendruck hier so stark angestiegen ist, dass die noch stehende Membran aufreißt, ausreißt oder die restliche Platte ausge-

drückt wird! (die Brennkammer bläst beispielhaft strahlartig in den Gasbehälter so stark hinein, dass der Massenstrom hinein größer ist als der Massenstrom des Misch-

20 gases aus der verbleibenden Öffnung dieses Behälters heraus Richtung Gasaustritt).

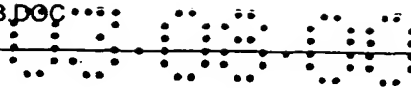
Durch diesen Kunstgriff können in einer Baustufe zwei Funktionsstufen realisiert werden!

Als Einstellgrößen für den aus dem Generator austretenden Massenstrom gibt es damit bei der erfindungsgemäßen seriellen Anordnung der steuerbaren Öffnungen bzw.

25 Druckkammern folgende Parameter bzw. Einflußgrößen:

1. Das Volumen der einzelnen bedrückten und von den Membranen bzw. Platten abgeschlossen Flaschenteile
2. Die Gasart in den einzelnen Volumina – theoretisch kann beispielsweise in der
- 25 ersten Kammer Helium sein, in der zweiten Luft, in der dritten ein Flüssiggas um beispielsweise den Kammerdruck möglichst lange durch den Phasenübergang flüssig-gasförmig stabil zu halten, das Expandieren nach dem Aufblasen des Sackes durch die Phasenumwandlung im Sack selbst noch zu ermöglichen oder zusätzlich Energie zu erzeugen durch das Entflammen des Gasgemisches, sofern das
- 30 Flüssiggas entzündlich bzw. brennbar ist, es kann Gas in fester Form, beispielsweise Trockeneis eingebracht werden, weiter inertes Gas wie wie Helium, Argon,

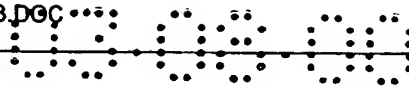
DE 200 13 405 U1



Kohlendioxid, Stickstoff oder Gase mit gespeicherter innerer Energie wie Butan, Propan, Wasserstoff, Acetylen

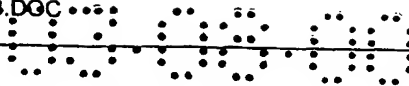
3. Der jeweilige Gasdruck, der in Abhängigkeit zur Belastungsfähigkeit der Membran in jeder Kammer anders sein kann
- 5 4. Das Material der Membran
5. Die Dicke der Membran
6. Die Geometrie der Membran (gleichmäßig dick oder sich zur Mitte hin verjüngend
7. Die Oberflächenstruktur der Membran (glatt oder genarbt bzw. gekerbt, um das Berstverhalten selbst steuern zu können)
- 10 8. Die Querschnittsfläche der von den Membranen bzw. Platten verschlossenen Auslaßöffnungen
9. Die Form der Querschnittsfläche, d.h. in strömungsrichtung konstant bleibend, konkav sich verkleinernd, konvex sich vergrößernd oder lavaldüsenartig sich zunächst verkleinernd, dann wieder sich vergrößernd – damit lässt sich zusätzlich sowohl die Mischcharakteristik wie das Strömungsverhalten sehr dezidiert den Erfordernissen bzw. Vorgaben anpassen
- 15 10. Die Ausgestaltung der Kanten der Öffnung, an denen die Membranen ausgestanzt werden
- 20 11. Die Ausgestaltung der Schweißnaht bei den membranartig eingeschweißten Platten
12. Die Ausgestaltung der beschleunigenden Aufnahmebohrung für die eingeschweißten Platten (d.h. liegt die Platte direkt auf dem die Öffnung bildenden Flaschenabschluß auf oder ist die Platte mehrere Millimeter oder gar Zentimeter tief im Material des Flaschenabschlusses eingelassen und wird daher beim Aufreißen der Schweißnaht erst länger beschleunigt, wobei die Platte hierbei das Gas davor verdichtet bzw. vor sich herschiebt)
- 25 13. Die Größe der Masse, die auslasseitig vor der Membran in der freizumachenden Öffnung angebracht ist

DE 200 13 405 U 1



14. Die Art der Befestigung dieser Masse in bzw. an der freizumachenden Öffnung (Kleben, Verstiften, Verkeilen), um damit das Öffnungsverhalten dieser Öffnung in weiten Grenzen variieren zu können!
- 5 15. Die Ausbildung des Dichtsystems bzw. des Spalts zwischen der abdichtenden bzw. absperrenden Platte und der freizumachenden Öffnung – beispielsweise kann eine geringe Leckage von einer bedrückten Kammer in die vorherige erwünscht sein, um massenstrommäßig einen Übergang von einer Stufe zur nächsten zu verwirklichen!
- 10 16. Die Zahl der jeweils bei gleichem Druckniveau sich öffnenden Öffnungen einer jeden Druckkammer (beispielsweise kann eine oder mehrere Kammern durch eine Platte abgeschlossen werden, in der sich neben einer Zentralbohrung noch drei weiter außen angebrachten größere Bohrungen befinden; alle Bohrungen sind mit Membranen oder membranartig eingeschweißten Platten verschlossen; wird nun die Zentralbohrung bei Erreichen des Berstdrucks der hier aufgebrachten Membran geöffnet, strömt Gas aus dieser Kammer ab, nach programmierter Zeit wird damit die nächste Druckflasche geöffnet, die nun so viel Gasmenge in die vorige Kammer strömen lässt, dass hier der Druck nun trotz offener Zentralbohrung höher ansteigt, als diese Kammer überhaupt vorher bedrückt war, worauf erst die Membranen vor den äußeren Bohrungen bersten, siehe hierzu Figur 6: Damit kann also beispielsweise ein hoher Massenstrom aus dem Generator bewirkt werden, obwohl zeitlich vorher ein geringerer Massenstrom gefordert war – eine Forderung, die sonst nur durch das Öffnen eines Teilstücks der Membran oder Platte (siehe Figur 2) bzw. durch eine während der Funktion des Generators erzwungene Verschiebung gleich des ganzen Flaschenabschlusses möglich ist (siehe Figur 7 und 8)
- 15 20 25 17. Die Querschnittsverhältnisse der einzelnen Öffnungen
18. Die Verschiedenheit in der Festigkeit der hier eingesetzten Membranen bzw. die Festigkeit der bei den Platten eingebrachten Schweißnähte
19. Die Verschiedenheit der Ausgestaltung der hier verwendeten Öffnungen.

DE 200 13 405 U1



20. Die Beladung der Brennkammer mit geometrisch und materialmäßig unterschiedlichen Treibladungen = wird hier nur als weitere Steuerungsmöglichkeit für den Massenstrom angeführt aber nicht ausgeführt, weil die Möglichkeiten hier trivial und eingeführt sind.

5

Die Wirkung aller oben aufgelisteten Einflußgrößen wird in einer Rechnersimulation zunächst grob erfasst und danach in einigen wenigen Versuchen nachgewiesen bzw. optimiert!

10 Nach einer Ausführungsform ist der erfindungsgemäße Gasgenerator als Hybrid-Gasgenerator ausgebildet, wobei das gleiche Verfahren auch für einen reinen Kaltgas-generator möglich ist – es muß lediglich die erste Membran bzw. Platte definiert und zum kommandierten Zeitpunkt zerstört bzw. geöffnet werden. Die hier dann möglichen Öffnungsarten sind in den Figuren 10 bis 14 skizziert.

15

Die Auslassöffnungen des Gasbehälters sind vorzugsweise mittels jeweils einer zerstörbaren Membran verschlossen. Die Membran ist vorzugsweise so ausgebildet und dimensioniert, dass sie lediglich Zugspannungen übertragen kann. Dies hat zur Folge, dass die Membran bei einer ausreichenden Störung des Spannungsfeldes an einer beliebigen Stelle sprungartig platzt oder aufreißt und den gesamten Öffnungsquerschnitt sprungartig (d.h. extrem schnell) freigibt.

20

Besteht die Forderung nach extrem schneller Öffnung nicht, werden mit Vorteil auch die membranartig offenbaren Platten für das Verschließen der Öffnungen der einzelnen Druckkammern verwendet.

25

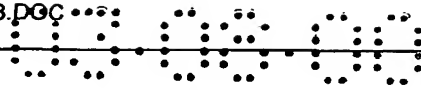
Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

30

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines zweistufigen Hybrid-Gasgenerators, wobei der pyrotechnische Teil des Generators stets nicht als

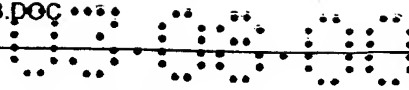
DE 200 13 405 U1



vollwertige Stufe mitgerechnet wird, auch wenn sich der hier erzeugte Gasstrom natürlich den Massenströmen aus den einzelnen Flaschenteilen überlagert;

- 5 Fig. 2 eine schematische Darstellung der Wirkungsweise einer Zweistufigkeit durch das Öffnen einer Membran mit variabler Materialdicke sowie das gleichwertige Öffnen einer Teilfläche einer membranartig eingeschweißten festen Platte;
- 10 Fig. 3 den damit erzielbaren Kannendruckverlauf (als Kanne wird weltweit ein großes geschlossenes Druckgefäß bezeichnet, dessen Innenvolumen genormt ist, in den die Gasgeneratoren anstelle des normalerweise an den Gasgenerator angeflanschten Sackes / Airbags einblasen, um hierbei den Druckverlauf aufzunehmen: Damit wird die Leistung jedes damit geprüften
- 15 Gasgenerators in einfacher und reproduzierbarer Weise mit der eines anderen vergleichbar und damit wertbar);
- 20 Fig. 4a einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines zweistufigen Hybrid-Gasgenerators für einen im Vergleich zu Figur 3 völlig umgedrehten Druckverlauf in der Kanne, wobei hier beispielhaft nur Membranen mit örtlich nicht variabler Dicke verwendet werden (gleichartig: Nur einteilige, membranartig eingeschweißte Platten, hier aber nicht eingezeichnet, Prinzip nach Figur 15);
- 25 Fig. 4b den damit erzielbaren Kannendruckverlauf
- 30 Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines dreistufigen Hybrid-Gasgenerators, wobei hier beispielhaft wieder nur Membranen mit örtlich nicht variabler Dicke verwendet werden (gleichartig: Nur einteilige, membranartig eingeschweißte Platten, hier aber nicht eingezeichnet, Prinzip nach Figur 18 und 19)
- Fig. 6 Den damit erreichbaren Kannendruckverlauf

DE 200 13 405 U1



- Fig. 7 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines vierstufigen Hybrid-Gasgenerators, wobei hier beispielhaft wieder nur Membranen mit örtlich nicht variabler Dicke verwendet werden (gleichartig: Nur einteilige, membranartig eingeschweißte Platten, hier aber nicht eingezeichnet, Prinzip nach Figur 18 und 19)
- Fig. 8a einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines vierstufigen Hybrid-Gasgenerators vor der Aktivierung, wobei hier beispielhaft wieder nur Membranen mit örtlich nicht variabler Dicke verwendet werden (gleichartig: Nur einteilige, membranartig eingeschweißte Platten, hier aber nicht eingezeichnet, Prinzip nach Figur 18 und 19). Anstelle der Öffnung von zusätzlichen Membranen oder Plattenteilen für die zweite Stufe wird hier jedoch gleich der ganze Membranträger einfach vom Innendruck verschoben und damit der gesamte Innenquerschnitt für den Gasfluß der zweite Stufe freigegeben!
- Fig. 8b Der vierstufige Gasgenerator nach Aktivierung bei Funktion der zweiten Stufe, die dritte und vierte Stufe des Gasgenerators sind hier noch nicht zugeschaltet (Membranen 43 und 45 sind noch geschlossen).
- Fig. 9 Der Kannendruckverlauf für die vierstufigen Gasgeneratoren nach Figur 7 bis 8b.
- Fig. 10 Die Ausführungsform eines zweistufigen Gasgenerators: Die Zweistufigkeit wird wie schon aufgezeigt durch die Verwendung einer Membran 69 mit örtlich variabler Dicke, die Membran selbst wird hier von einer kleinen Membran 61 aufgeschossen, das Projektil selbst ist also ebenfalls wieder eine Membran, die vorher gleichzeitig die Brennkammer 150 mit der Aktivierungseinrichtung 19 hermetisch dicht abschließt.
- Fig. 11 Die Prinzipdarstellung verschiedener Öffnungsverfahren für die beim Mehrstufer verwendete erste Membran der jeweils hintereinander geschalteten Membranen: Aufstechen mit pyrotechnisch aktivierter Hohnadel, elektromagnetisch betätigter Hohnadel und pneumatisch betätigter Hohnadel.
- Fig. 12 Wie Figur 11, die jeweiligen Aktuatoren sind hier jedoch im mit Speichergas 144 bedrückten Volumen des Gasgenerators 70 eingebaut.

DE 200 13 405 U1

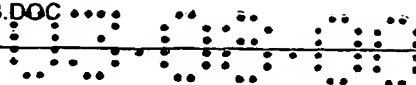


Fig. 13 Die Prinzipdarstellung weiterer verschiedener Öffnungsverfahren für die beim Mehrstufer verwendete erste Membran der jeweils hintereinander geschalteten Membranen: Wegdrücken einer Membran-Stützeinrichtung (Balken) 77 durch einen pyrotechnischen Aktuator 76 oder durch einen Elektromagneten bzw. einen pneumatischen Kolben.

Fig. 14 Prinzipdarstellung der Membran-Stützeinrichtung

Fig. 15 Die Prinzipdarstellung weiterer verschiedener Öffnungsverfahren für die beim Mehrstufer verwendete erste Membran der jeweils hintereinander geschalteten Membranen: Wirbelstrominduziertes direktes Ausdrücken der Membran 160 (Figur 15a) und durch Wirbelströme angetriebene Stanzvorrichtung / Hohnadel 154 (Figur 15b), die Erregerspule 152 ist jeweils im vom Speichergas 12 erfüllten Volumen des Gasbehälters 10 untergebracht.

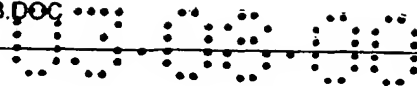
Fig. 16: Wie Figur 15, die Erregerspulen sind hier jedoch in der auf die erste Membran folgende Wirbelkammer bzw. im Raum mit den Auslassöffnungen 8 eingebaut, sie werden also vom Speichergas nicht bedrückt, aber auch nicht von Umwelteinflüssen geschützt. Allerdings müssen dafür die Kabeldurchführungen nicht hermetisch dicht ausgeführt werden.

Fig. 17 Wie Figur 15 bzw. 16, die Energiezuführung für die Erregerspule 152 erfolgt nun aber jeweils über eine außen angebrachte Feldspule 158. Hierbei ist es unerheblich, ob die Erregerspule 152 im gasbedrückten Teil des Gasbehälters 10 angebracht sind, oder außerhalb, es ist ebenfalls unerheblich, ob die Membran durch die direkte Einwirkung des Erregerfeldes aufgestoßen wird oder über ein irgendwie gestaltetes Werkzeug, das insbesondere die Form einer Hohnadel hat, in dem die Wirbelströme durch den Stromanstieg in der Erregerspule erzeugt werden und das Werkzeug daraufhin gegen die zu öffnende Membran gedrückt wird.

Fig. 18: Drei mögliche Ausführungsformen eines Plattensystems, das anstelle eines Membransystems, bestehend aus Membranträger und Membran, eingesetzt werden kann, um zum vorher bestimmten Zeitpunkt eine Öffnung für die Entleerung eines mit einem Speichergas bedrückten Volumens freizugeben.

Fig. 19: Eine weitere mögliche Ausführungsform eines Plattensystems, hier bestehend aus einer frei beweglichen Platte 108 bzw. 109, das erst nach Errei-

DE 200 13 405 U1



chen des Berstdrucks einer aufliegenden Membran oder Folie 81 bzw. 112 bedrückt wird und danach erst nach einer vorgewählten, durch die Masse der Platte, deren Querschnitt, dem auf sie einwirkenden Druck und der Beschleunigungsstrecke 113 bestimmten Zeit die Öffnung für die Gasströmung frei macht.

5

Der in Fig. 1 dargestellte Hybrid-Gasgenerator 1 ist zweistufig ausgebildet und umfasst eine Brennkammer 2 und einen Gasbehälter 12. Die Brennkammer 2 ist an ihrem rückwärtigen Ende mittels eines Verschlusssteils 20 verschlossen, wobei im Verschlusssteil 20 mindestens eine Aktiviervorrichtung 19 zum Aktivieren eines gaserzeugenden Materials in der Brennkammer 2 (nicht gezeichnet) angeordnet ist. Die Aktiviervorrichtung 19 ist vorzugsweise als mittels eines elektrischen Signals ansteuerbarer Anzünder ausgebildet. Die axial verlaufenden Wandungen der Brennkammer 2 können, wie in Fig. 1 dargestellt, vorzugsweise als Rohrabschnitt ausgebildet sein.

10

15

Der Gasbehälter 10, dessen axial verlaufende Außenwandung ebenfalls als Rohrabschnitt ausgebildet sein kann, ist an seinem vorderen, der Brennkammer 2 zugewandten Ende, mit einem Endstück 16 verbunden, in welchem, vorzugsweise in der Achse der Brennkammer 2 verlaufend, ein Führungskanal mit einem darin steckenden Projektil 5 ausgebildet ist. Das Endstück 16 ist ebenfalls mit den vorderen Enden der die Brennkammern 2 bildenden Rohrabschnitte verbunden. Diese Elemente können aus Metall oder einem geeigneten Kunststoff bestehen. Anstelle des in Fig. 1 dargestellten mehrteiligen Aufbaus können die genannten Elemente selbstverständlich auch ganz oder teilweise einstückig miteinander ausgebildet sein.

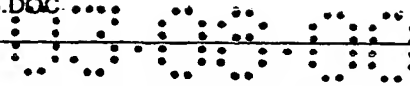
20

25

Im vorderen Endbereich des Gasbehälters 10 sind Auslassöffnungen 8 vorgesehen, durch die das im Gasbehälter 10 gespeicherte Gas 12 nach außen gewollt dann abströmt, wenn die Auslassmembran zerstört ist und sich damit der Gasbehälter entlädt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Auslassmembrane, bestehend aus dem Randteil 32, dem dicken Abschnitt 9 und dem dünnen Zentralteil 30 in einem Verschlusselement 7 gehalten, welches im vorderen Endbereich des Rohrabschnitts des Gasbehälters 10 angeordnet und mit diesem dicht verbunden ist. Das Verschlussele-

30

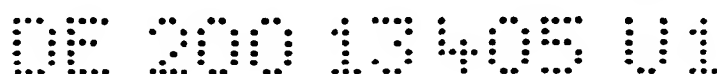
DE 200 13 405 U1

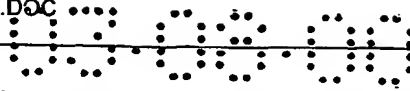


ment 7 kann wiederum aus Metall oder Kunststoff bestehen und mit dem Rohrab-
schnitt des Gasbehälters verschweißt oder einstückig mit diesem verbunden sein.. Die
Auslaßmembran kann in diesem Fall auch einstückig mit dem Verschlusselement aus-
gebildet sein oder sie wird nachträglich mit dem Verschlussenteil verschweißt, im Falle
5 von Kunststoff beispielsweise mittels eines Ultraschall-Schweißverfahrens.

Im Folgenden wird kurz die Funktion des in Fig. 1 dargestellten Hybrid-Gasgenerators
erläutert: Nach dem Aktivieren der jeweiligen Aktiviervorrichtung 19 wird das im
Innenraum der Brennkammer 2 enthaltene gaserzeugende Material aktiviert. Durch die
10 Gaserzeugung erfolgt im Innenraum der Brennkammer 2 ein Druckanstieg. Die
Brennkammer-Auslassmembran 15 ist jeweils hinsichtlich ihrer Dicke und ihres Mate-
rials in Abhängigkeit vom Querschnitt des das Projektil 5 haltenden Führungskanals
so dimensioniert, dass bei einem vorgegebenen Schwellendruck innerhalb sehr enger
Toleranzen ein Zerstören der Membran im Bereich des Querschnitts des Führungska-
nals erfolgt. Das im Führungskanal gehaltene Projektil 5 wird nach dem Zerstören der
15 Membran 15 plötzlich mit dem entsprechenden Schwellendruck beaufschlagt. Das
Projektil 5 wird dabei so extrem definiert beschleunigt und über die gesamte Lauflänge
im Führungskanal bis zu seinem Austreten aus dem Führungskanal geführt. Die Lauf-
länge ist dabei als diejenige Länge des Führungskanals definiert, die das Projektil von
20 seiner Ausgangsposition im Führungskanal bis zu seinem Austreten aus dem Füh-
rungskanal durchläuft. Die Lauflänge bestimmt neben anderen Faktoren (Beaufschla-
gungsdruck, Masse des Projektils, etc.) die Endgeschwindigkeit des Projektils beim
Verlassen des Führungskanals.

Das Projektil 5 wird mit einer vorbestimmten Endgeschwindigkeit aus dem Führungs-
kanal ausgestoßen und fliegt in Richtung auf den dünnen zentralen Teil 30 der zuge-
ordneten zerstörbaren Auslassmembran zu, welche es beim Auftreffen durchbohrt
bzw. ein Loch einstanzt. Insbesondere durch entsprechende Formgebung der Vorder-
fläche des Projektils etwa in Form eines konkav geformten Stanzwerkzeuges 120 wird
30 das Ausstanzverhalten noch verstärkt. Demzufolge tritt ein Gemisch des im Gasbehäl-
ter 10 gespeicherten, mit einem vorgegebenen Druck enthaltenen Vorratsgases 12
durch dieses Loch aus und strömt über die Auslassöffnungen 8 nach außen beispie-





weise in einen Airbagsack ab – Stufe 1 des Mehrstufengenerators. Gleichzeitig strömt Heißgas aus der Brennkammer 2 und richtungsmäßig bestimmt wie strahlmäßig geformt durch den Führungskanal des Projektils in den nun offenen Gasbehälter 10 durch das vom Projektil geschaffene Loch ein und durchmischt sich dort mit dem Speichergas 12. Nachdem das Heißgas einen einstellbaren Teil der durch das Projektil geschaffenen Öffnung in der Auslassmembran für sein Strömen einnimmt und nur der Randbereich vom ausströmenden Mischgas verwendet werden kann, kommt es im vormaligen Gasbehälter 10 zu einem ansteigenden Gesamtdruck solange, bis der nun deutlich angewachsene Gesamtdruck den dickeren Randteil 9 der Auslassmembran zum Aufplatzen bringt – und damit den gesamten Querschnitt der Auslassmembran schlagartig freigibt – Stufe 2 des Mehrstufengenerators!

Diese Vorgänge sind in Figur 2 skizziert:

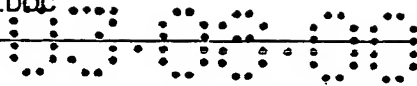
Figur 2a: Das Projektil 23 fliegt auf die durch den Innendruck p der Gasfüllung 12 belasteten Auslassmembran zu.

Figur 2b: Das Projektil hat den dünnen Zentralteil der Membran durchbohrt bzw. aufgestanzt, das Speichergas strömt aus, gleichzeitig strömt Heißgas aus der Brennkammer 2 durch dieses Loch in den Gasbehälter 10 plasmastrahlartig ein.

Wird anstelle einer Membran eine Platte verwendet, geschehen obige Vorgänge entsprechend, sofern die Platte entweder aus zwei Teilen 88 und 91 besteht, insbesondere wenn 91 eine vom Gasbehälter 10 her aufgeklebte Membran 114 ist, wie es in Figur 2g skizziert ist. Auch hier können alle Teile wieder insbesondere aus Metall sein, miteinander über die Schweißstellen 90, 89, 91 verbunden sein, oder einstückig, oder aus Kunststoff mit einer einstückigen Membran aus Kunststoff oder einer Membran aus Kunststoff bestehen, die beispielsweise mit einem Ultraschallschweißverfahren mit der Restplatte 88 verbunden ist.

Für den über die Auslassöffnungen 8 gefüllten Airbagsack bzw. die hier angeschlossene Airbagkanne ergibt sich somit in Summe über alle oben skizzierten Vorgänge der in Figur 3 gezeichnete Druckverlauf bzw. Massenstromverlauf im Airbagfall: Die Kurvensteigung 25 wird durch den Gasfluß durch das zentrale Loch geformt, zum Zeitpunkt 27 zerplatzt die Restmembran 29, wodurch sich plötzlich der Massenstrom stark vergrößert und einen Kannendruckverlauf 26 ergibt.

DE 200 13 405 U 1



Alle Zeiten und Druckverläufe werden durch die folgenden Faktoren eingestellt:

- Durchmesser des Projektils 5
- Lauflänge bzw. Länge des Führungskanals
- Brennkammerdruck
- 5 • Gasdruck im Gasbehälter 10
- Gasart
- Phasenzustand des eingefüllten Gases (fest – z.B. in Form von Trockeneis-, flüssig oder gasförmig)
- 10 • Energieinhalt des eingefüllten Gases (inert wie Helium, Argon, Kohlendioxid, Stickstoff oder brennbare Gase wie Butan, Propan, Wasserstoff, Acetylen)
- Querschnittsverlauf der Auslassmembran bzw. des Plattensystems
- Material des Projektils
- Material der Auslassmembran
- Form der Vorderkante des Projektils
- 15 • Masse des Projektils
- Formstabilität des Projektils (konstant auch nach dem Auftreffen oder sich aufpitzend)
- Ausgestaltung / Querschnittsverlauf des Führungskanals (zylindrisch, konvex, konkav)

20

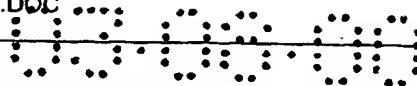
Die Vorgänge sind mit einem Mehrkammerprogramm auf Rechenanlagen simulierbar, um einen gewünschten Druckverlauf in der Kanne bzw. Massenstrom in den Airbagsack mit möglichst wenig Versuchen vorherbestimmen und optimieren zu können.

25 Wird ein umgekehrter Kannendruckverlauf gefordert, also zunächst ein steiler Druckanstieg 37 (Figur 4b) bis zum Zeitpunkt 39 und ab da ein langsamerer Druckanstieg bzw. gleichbedeutend einen langsameren Druckanstieg 38, wird der Innenaufbau des Mehrstufigen Gasgenerators wie in Figur 4a skizziert gewählt:

Das Projektil 5 durchschlägt zunächst die Membran 34, die gehalten durch den Träger
30 33 einen großen Querschnitt freigibt. Das darin gespeicherte Druckgas 115 strömt durch die Auslassöffnungen 8 aus, wodurch sich der Differenzdruck zwischen Druckgas 116 und 115 für die Membran 36 immer weiter erhöht, so lange, bis diese platzt und nun auch das Druckgas 116 durch die nun wesentlich kleiner gewählte Öffnung im Membranhalter 35 strömen kann.

35 Wie bei Figur 1 wurden hier die Öffnungselemente durch Membranen dargestellt, die gleichen Vorgänge laufen natürlich ab, wenn sich an Stelle der Membranen entsprechende Platten befinden.

DE 200 13 405 U1



Auch die eingezeichneten Membranträger sind hier nur beispielhaft eingetragen: Die Membranträger können genauso einstückig teilweise oder im ganzen mit dem Rohr der Gasbehälter verbunden sein oder gar ganz entfallen – so beispielsweise der Träger 33, wenn die Membran 34 in die Rohrstücke des Gasbehälters 10 eingeklemmt oder insbesondere mit diesem direkt verschweißt ist – es kommt hier nur auf das Prinzip in Serie geschalteter, vor der Aktivierung geschlossener Öffnungsquerschnitte an, die sich quasi programmiert durch sich während der Funktionszeit ergebenden Druckdifferenzen teilweise bis ganz öffnen (Funktionsverkettung der zuvor verschlossenen Öffnungsquerschnitte).

10

In Figur 5 ist ein Dreistufen skizziert, bei dem die ersten beiden Stufen durch den ersten Öffnungsquerschnitt erreicht wird. Erstmals werden hier einzelne aber parallel angeordnete Öffnungen nacheinander definiert für den Gasfluß geöffnet und damit 2 Stufen in einer Öffnungseinheit verwirklicht:

15

Das Projektil schießt Membran (oder Platte ... usw.) 42 auf, Gas 117 strömt aus, bis der Differenzdruck für Membran/Platte 45 zu groß wird und diese öffnet. Je nach dem Speicherdruck des Gases 119, der freigegebenen Öffnung durch 44, der Öffnung 40 bzw. 48 und der Membran/Platte 41 bzw. 47 zerplatzt bereits hier die Membran 41 und/oder 47 – oder noch keine – in jedem Fall strömt Gas 119 aus, mehr oder weniger schnell, je nachdem welche Öffnung zur Verfügung steht bzw. welche Öffnung dann strömungsbestimmend ist.

20

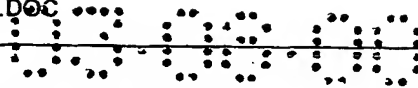
25

Figur 6 zeigt den mit einer Membran/Plattenanordnung nach Figur 5 erreichbaren Kannendruckverlauf bzw. Massenstromverlauf: Der Anstieg 58 wird nach der Öffnung von Membran 42 gemessen, zum Zeitpunkt 56 platzen die Membranen 41 und 47, wodurch der Massenstrom und damit der Kannendruck stark ansteigen, zum Zeitpunkt 57 birst auch die Membran 45, wodurch dann das Speichergas 119 durch die Öffnung im Membranhalter 44 strömen kann und aufgrund der hier nur sehr kleinen Öffnung nur einen sehr flachen Druckanstieg 60 in der Kanne verursacht.

30

In diesem Stil sind nun theoretisch beliebig viele Stufen nacheinander einführbar:

DE 200 13 405 U1



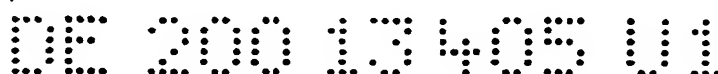
So ist in Figur 7 ein Vierstufer skizziert, bei dem die ersten beiden Stufen durch den ersten Öffnungsquerschnitt erreicht wird. Wieder werden hier wie schon in Figur 5 einzelne aber parallel angeordnete Öffnungen nacheinander definiert für den Gasfluß geöffnet und damit 2 Stufen in einer Öffnungseinheit verwirklicht:

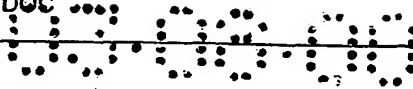
- 5 Das Projektil schießt Membran (oder Platte ... usw.) 42 auf, Gas 117 strömt aus, bis der Differenzdruck für Membran/Platte 43 zu groß wird und diese öffnet. Je nach dem Speicherdruck des Gases 118, der freigegebenen Öffnung durch 43, der Öffnung 40 bzw. 48 und der Membran/Platte 41 bzw. 47 zerplatzt bereits hier die Membran 41 und/oder 47 – oder noch keine – in jedem Fall strömt Gas 118 aus, mehr oder weniger
- 10 schnell, je nachdem welche Öffnung zur Verfügung steht. Das gleiche „Spiel“ beginnt, wenn der Differenzdruck für Membran/Platte 45 größer wird und diese platzt bzw. öffnet.....

- Sprechen die Öffnungssysteme 43 bzw. 45 erst bei einem im Vergleich zu 41 und/oder 47 hohen Öffnungsdruck an, wird eine Zweistufigkeit bereits vor dem Öffnen von 43 erreicht: Hierbei entspricht die Membran 42 dem Zentralteil 30 aus Figur 1, wogegen die Membranen 41 und/oder 47 die Funktion des Querschnittsbereichs 9 der Auslaßmembran in Figur 1 übernehmen; erst wenn der Druck in der vorher mit Gas 117 gefüllten Kammer so weit fällt, dass Membran/Platte 43 öffnet, kommt damit noch die dritte Stufe hinzu, mit Öffnen der Membran 45 die vierte Stufe.

- 20 In Figur 8 wird gezeigt, wie man anstelle von berstenden Membranen zum Freigeben von Öffnungsquerschnitten mit verschiebbaren Platten arbeitet, um den gleichen Effekt zu erreichen:

- Im Ruhezustand ist die Platte 54 mit der Ausströmöffnung 49 samt der dazugehörigen abdichtenden Membran durch einen Stift 50 in seiner Lage festgehalten (Figur 8a). Die
- 25 Platte wird über eine Dichtnaht 51 hermetisch abgedichtet. Wird nun die auf Seite des Speichergases 124 angebrachte Membran vor der Öffnung 49 durch das Projektil geöffnet, strömt etwas Speichergas 124 aus, wohingegen das Heißgas aus der Brennkammer plasmastrahlartig eingepresst wird; hierbei bestimmt wie schon bei den Gas-
- 30 generatoren vorher an gleicher Stelle der Durchmessers der Öffnung 49 im Vergleich zum Durchmesser des Projektils, wie viel Speichergas bei gleichzeitig einströmen Heißgas ausströmen kann.





Im Normalfall strömt mehr Heißgas in die Kammer des Speichergases 124 ein als Mischgas aus kaltem Speichergas 124 und Heißgas durch die durch den heißen Plasmastrahl verengte Öffnung 49 fließen kann: Der Druck im Volumen des Speichergases 124 steigt an. Wird der Druck erreicht, wo der oder die Scherstifte 50 abreißen und damit die gesamte Platte vom Mischgas im Volumen 124 zur Brennkammer hin beschleunigt wird; dabei werden die Auslassöffnungen 8 überfahren, womit nun nicht mehr die vom Heißgas eingeeengte Öffnung 49 den Massenstrom bestimmt, sondern allein der Querschnitt der Ausströmöffnungen 8 selbst!

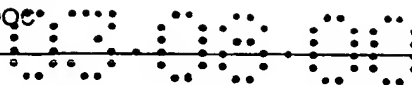
Figur 8b zeigt die Situation, wenn die Platte 52 bereits voll den Ort der Ausströmöffnungen 8 überfahren hat und diese damit voll freigegeben hat, mit 53 sind die Membranreste bezeichnet, die nach dem Durchschießen der Membran auf Platte 54 zurückgeblieben.

Hierbei ist es für die Funktion unerheblich, ob die Platte mit einem Scherstift 50 festgehalten wird, oder definiert reib- oder formschlüssig mit dem Gasbehälter 10 verbunden ist. Auch eine Klebung, Ultraschallschweißung bei Kunststoffen oder eine definiert schwache Naht 51, die hier gleichzeitig die Aufgabe des hermetischen Abschlusses übernehmen kann, ist möglich und kann ohne Funktionseinbuße alternativ verwendet werden.

Die beiden anderen in den Figuren 8a und 8b eingezeichneten Membran- bzw. Plattenhalter 130 mit abdichtender Membran / Platte 43 bzw. 132 mit abdichtender Membran / Platte 45 erfüllen die gleiche Funktion wie bei Figur 7 die Halter 46 und 44 mit Membran 43 und 45: Sinkt auf der Ausströmseite der jeweiligen Membran der Speicherdruck so weit ab, dass der Differenzdruck an der jeweiligen Membran bzw. Ausreißdruck der Platte überschritten wird, reißt diese auf, Gas strömt aus der dahinterliegenden, bisher noch verschlossenen Speichervolumen aus, damit sinkt auch hier der Druck und damit der Gegendruck auf die nächste Membran so lange, bis auch diese platztusw..

Auch hier können die einzelnen Baugruppen wie Membran- bzw. Plattenhalter einzeln mit den anderen Baugruppen verbunden, oder einstückig ausgeführt sein, die Membranen können als eigene Bauteile aufgebracht sein oder einfach bei der Fertigung der Membranhalter übrig bleiben (es bleibt beim Drehen, Spritzen oder Drücken einfach

DE 200 13 405 U1



eine dünne Schicht übrig, die die Funktion der Membran übernimmt) oder gleich mit angespritzt worden sein! Selbstverständlich können bei allen Membranen hier die üblichen Maßnahmen zur Definition eines Aufplatzdruckes bzw. einer Aufgehart eingebracht werden, d.h. insbesondere die Formgebung der Kanten der Strömungsöffnungen, auf denen die Membranen liegen oder beispielsweise das drücken und kerben der Membran (ringförmig, strahlenförmig vom Zentrum aus beginnend usw...).

Mit 11 wird in den Figuren immer wieder der Abschluß des Gasbehälters 10 bezeichnet. An seiner Stelle kann jedoch wieder ein Membran- bzw. Plattenhalter mit Ausströmöffnung treten, der ein dahinter befindliches Speichergas bis zu seiner Öffnung dicht an seinem Platz hält.....

Je nach Gasart, Speicherdruck, Querschnitt der Ausströmöffnung in den Membran- bzw. Plattenhaltern und dem Öffnungsverhalten der jeweiligen Membran lässt sich damit der an den Ausströmöffnungen 8 an den Sack oder die Druckkanne nach außen abgegebene Massenstrom sehr flexibel und in jeder Beziehung in vorprogrammierter Weise den jeweiligen Forderungen anpassen!

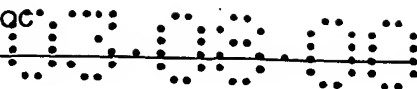
So lassen sich die verschiedenen, hier prinzipiell aufgezeigten Öffnungssystemen aus Membranhalter und Membran bzw. Plattenhalter und zugehöriger Platte mit einer oder mehreren gleich großen oder verschieden großen Öffnungen pro Membranhalter bzw. Plattenhalter beliebig so anordnen, dass dann letztlich der Druckverlauf in der am Gasgenerator angeschlossenen Druckkanne entsteht, der für eine Aufblasaufgabe benötigt wird!

Figur 9 zeigt den mit der Membran- bzw. Plattenanordnung nach Figur 7 bis 8 möglichen Kannendruckverlauf:

Der flache Druckanstieg 58 wird durch das durch die Öffnung 49 nach dem Zerschieben der Membran 42 strömende Gas 124 bewirkt, zum Zeitpunkt 56 überfährt Platte 54 bei Anordnung nach Figur 8 die Ausströmöffnungen 8 bzw. machen die Membranen 41 und 47 bei der Anordnung nach Figur 7 auf, zum Zeitpunkt 135 zerplatzt Membran 43 und zum Zeitpunkt 136 zerplatzt schließlich auch Membran 45, wodurch der Druckanstieg 60 gemessen wird.

Die Zeitpunkte verschieben sich je nach Querschnitt und Membran, die danach erzielbaren Druckanstiege sind abhängig vom den in Strömungsrichtung für das freigegebene

DE 200 13 405 11



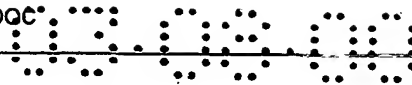
ne Gas liegenden Strömungsquerschnitten, dem jeweiligen Speicherdruck und der Gasart des gespeicherten Gases, auch, ob es wie üblich in reiner Gasform vorliegt oder in einer festen oder flüssigen Phase! In diesem Fall würde man bis zu dem Zeitpunkt, wo das flüssige Gas vollständig verdampft ist, in jeweiligen Volumen den spezifischen Verdampfungsdruck konstant halten.

Selbstverständlich kann bei Verwendung von Gasen mit gespeicherter chemischer Energie, insbesondere von brennbaren Gasen egal ob verflüssigt (Butan, Propan usw.) oder nur gasförmig vorliegend (Wasserstoff, Azetylen, Methan usw.) zusätzlich Energie während der Funktionsdauer des Gasgenerators freigesetzt bzw. zusätzliches Heißgas gleich oder erst in einer höheren Stufe erzeugt werden – beispielsweise erst in Stufe 4 des hier beschriebenen mehrstufigen Gasgenerators! Auch dieser Fall kann und muß vom Simulationsprogramm erfasst und vorherbestimmt werden, um die Zahl der Nachweisversuche einer realen Anordnung von Trägern, Platten und Membranen auf ein unbedingt notwendiges Maß zu reduzieren!

Alle in den Figuren 1, 4a, sowie 5,7 bis 8 skizzierten seriellen Anordnungen von Membranen bzw. Platten, die nacheinander und in genau vorher bestimmten Zeitabständen mit genau vorher bestimmten Öffnungsquerschnitten und damit genau vorher bestimmten Massenströmen öffnen, sind in gleicher Weise auf weitere Stufen erweiterbar. Nachdem damit gleichzeitig aber die Fertigungs- und Nachweiskosten drastisch ansteigen, wird man sich auf in der Regel zwei bis drei Stufen beschränken, insbesondere auf eine für den Airbagsack schonende Auffaltphase (kleiner Massenstrom bzw. gleichbedeutend mit einem flachen Druckanstieg in der Kanne), einer schnellen Füllphase (hoher Massenstrom bzw. gleichbedeutend mit einem steilen Druckanstieg in der Kanne) und einer eventuell geforderten Sackerhaltungsphase (sehr kleiner Massenstrom bzw. gleichbedeutend mit einem sehr flachen Druckanstieg in der Kanne)!

Bis Figur 8 wurden Anordnungen gezeigt, in denen die erste Membran durch ein Projektil 5 oder 23 aufgeschossen wurden.

DE 200 13 405 U 1



Das hier angemeldete Prinzip eines mehrstufigen Gasgenerators mit nur einer initiierenden Stelle ist jedoch nicht an dieses Öffnungsprinzip gebunden:

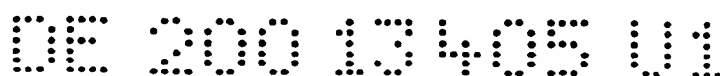
5 So wird in Figur 10 die Membran 69 durch eine zweite kleine Membran 61 aufgeschossen, die die Brennkammer aus Gehäuse 63, Düsenteil 122 und Lochscheibe 149 abschließt, beispielsweise bei ca. 1200bar Druck in Volumen 140 ausreißt und danach extrem stark bis zur Auftreffgeschwindigkeit beschleunigt wird. Alle weiteren Vorgänge laufen dann wieder wie beschrieben ab. Die Lochscheibe 144 sichert nur einen stabilen Abbrand des in der Brennkammer eingebrachten Treibladungspulvers ab, sie
10 grenzt auch die Pulverkammer 150 in der Brennkammer ab.

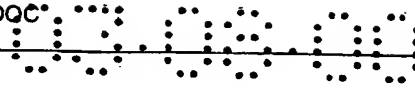
Figur 11 zeigt eine Anordnung, bei der die Membranen der ersten Stufe des Gasgenerators aufgestochen werden, beispielsweise mit einem pyrotechnisch betriebenen Aktuator 64 oder einer elektromagnetisch oder pneumatisch betriebenen Baugruppe 65. Das
15 Heißgas strömt in diesem Fall durch die Hohlneedle zentrisch in das Volumen 141,, genauso gut sind aber auch Querbohrungen 66 in der Hohlneedle vorstellbar, wenn man kein Membranstück durch die Hohlneedle beim Einstechvorgang erzeugen will.

Sind in Figur 11 die Öffnungsmechanismen außerhalb der bedrückten Teile des Mehrstufers angebracht, so sind diese nun in Figur 12 innerhalb eingezeichnet. Der Vorteil
20 hier ist die geschützte Anordnung der Aktuatoren, der Nachteil die wesentlich höheren Fertigungskosten.

Figur 13 zeigt die Anordnung von das erste bedrückte Volumen 147 abschließenden
25 Membranen 75 und 78, die so vom Speichergas bedrückt werden, dass sie von alleine aufplatzen würden, wenn sie nicht durch einen Balken oder Schieber 77 bzw. 79 gehalten bzw. gestützt würden. In diesen Fällen lässt sich die Öffnung verwirklichen, indem man die Membranstütze einfach wegdrückt, beispielsweise wieder durch einen pyrotechnisch betriebenen Aktuator 76, durch einen pneumatisch betriebenen Kolben
30 80 bzw. durch einen Elektromagneten.

Figur 14 zeigt mehr Details dieser Wegdrückvorrichtung:





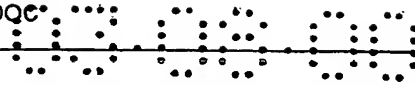
Der Stützbalken 86 ist im Gehäuse an den Stellen 84 und 87 formschlüssig gelagert und kann damit die vom Speichergas bedrückte Membran 85 stützen. Teil 82 ist ein pyrotechnisch, hydraulisch oder elektromagnetisch betriebenes Element, das über einen Stößel 83 den Stützbalken 86 ausdrücken kann und damit das Zerplatzen der Membran 85 bewirkt.

Figur 15 bis 17 zeigen Anordnungen, bei der die Membranen ohne Elektromagnet nur durch die geschickte Ausnutzung von Wirbelströmen elektrodynamisch geöffnet werden – anders als bei der Verwendung von Elektromagneten können hier damit extrem schnelle Öffnungszeiten bis zu 20 Mikrosekunden erreicht werden, es dürfte damit das schnellste Ventil sein, das ohne detonative Baugruppen heute machbar ist. Der zweite Vorteil besteht darin, dass die zur Öffnung der Membran notwendige Energie quasi drahtlos der Membran bzw. dessen Öffnungsmechanismus zugeführt wird. Damit ist beispielsweise die Erregerspule Fahrzeugfest und es muß der Gasgenerator lediglich in oder an die Spule geschraubt werden – ein Verbinden eines Anzünders oder einer Spule im Gasgenerator selbst entfällt damit!

Anders als beim Elektromagneten, bei dem die Elementarmagneten in dessen Eisenkern durch das anliegende, durch eine Feldspule erzeugte stationäre Magnetfeld gerichtet werden, wird bei dem hier vorgeschlagenen Öffnungsverfahren als Folge der Lenzschen Regel durch das anliegende, extrem instationäre äußere elektromagnetische Feld ein elektrischer Strom entweder in der Membran 9 bzw. 13 selbst induziert, in einer elektrisch gut leitfähigen Schicht 159, die auf der Membran 9 bzw. 13 liegt oder dieser aufplattiert ist, oder in einem Werkzeug, das insbesondere in Form einer Hohl- nadel 154 ausgebildet ist, um das nach dem Aufstechen der Membran aus dieser hervortretende Gas Richtung Ausströmöffnungen 8 passieren zu lassen.

Der in der Membran, der aufliegenden Schicht oder dem Werkzeug induzierte Stromfaden wird nun ebenfalls wieder nach der 3-Finger-Regel vom Feld der erregenden Spule 152 abgestoßen, so dass hier, eine entsprechende niederinduktive Ausführung des Spulensystems vorausgesetzt, sehr hohe Kräfte wirken können. Eine andere Deutung der Vorgänge ist es wenn man sagt, das Feld des induzierten Stromfadens versucht den Aufbau des erregenden Feldes zu verhindern – auch mit dieser Erklärung

DE 200 13 405 U1



ergibt sich eine abstoßende Wirkung des primären Erregerfeldes und des Feldes des sekundären / induzierten Stroms.

Im Versuch wurden mit kleinen Spulen Kräfte von 2 bis 4 Tonnen mit einer Einwirkzeit von 20 bis 50 Mikrosekunden gemessen – ausreichend, um Stahlmembranen gut aufstechen zu können.

Alle Teile, in denen die Ströme induziert werden, sind aus elektrisch gut leitfähigen Materialien herzustellen, um die Verluste klein zu halten.

Bei einer anderen Ausführungsform wird jedoch ganz bewusst die Membran 9 bzw. 30 aus nicht allzu gut elektrisch leitfähigem Material, insbesondere aus Stahl hergestellt, als Energieverbraucher so zu sagen, um den induzierten Strom nun so wirken zu lassen, dass er den Stahl blitzschnell erhitzt, wodurch die mechanischen Kennwerte des Stahls ebenfalls sehr schnell fallen und die Membran damit als Folge des auf ihr lastenden Drucks aus dem Speichergas platzt.

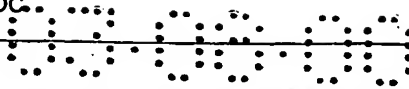
Anders als bei der Verwendung von Elektromagneten sind die Kräfte damit nicht mehr auf die maximale Durchflutung irgendeines ferromagnetischen Materials beschränkt, sondern die hier sehr groß einstellbaren Flussdichten und Feldaufbaugeschwindigkeiten können nun ebenfalls sehr hohe induzierte Ströme in der Membran oder diese direkt beeinflussenden Teile hervorrufen. Hierbei gelten gleichzeitig die Transformatorbeziehungen, es handelt sich hier um einen sogenannten Lufttrafo, dessen Primär- und Sekundärströme sich umgekehrt zu den Windungszahlen verhalten: Die Primärspule ist hier also Teil Nr. 152, die Sekundärspule ist die Membran selbst oder diese direkt beeinflussenden Teile, sie besteht insbesondere im einfachsten Fall genau aus nur einer Windung! Selbstverständlich könnten sowohl in der Membran und den diese direkt beeinflussenden Teile auch Kurzschlußwindungen mit mehr als einer Windung eingebracht werden, in der Praxis bringt das jedoch nichts, auch stehen die Herstellkosten dagegen.

Funktionsablauf bei den Anordnungen nach Figur 15 bis 17:

Figur 15a, 16a und 17a:

Im Gasbehälter 10 ist das Speichergas 12 eingebracht, es wird von der Rückwand 11 und der Membran 160 mit dem Randbereich 9 und dem Zentralbereich 30 hermetisch

DE 200 13 405 U1



dicht eingeschlossen. Die Membran selbst wird von einem Membranträger 7 gehalten, wie schon oben erwähnt, kann jedoch die Membran auch direkt mit dem Gasbehälter 10 verbunden oder gar einstückig mit ihm ausgeführt sein.

Der Gasbehälter 10 ist am anderen Ende durch einen Abschluß 156 verschlossen, das
5 später aus der Öffnung 153 ausströmende Gas strömt über die Öffnungen 8 nach außen ab, entweder in einen hier angebrachten Airbag oder in eine Druckkanne, wie sie weltweit für den Gasgeneratorvergleich verwendet wird.

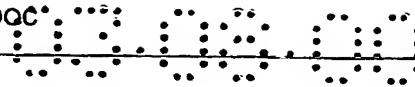
Benötigt man einen zentralen Gasstrahl, einfach entfällt Abschluß 156 und die Ausströmöffnungen 8.

10 Im gasbedrückten Raum der Figur 15a sind eine Feldspule 152 und ein Anker 151 angebracht, der Anker selbst wird am Gasbehälter 10 befestigt. Hierbei sind alle Fügeverfahren möglich, insbesondere die Verstiftung über einen Scherstift 155.

Auf der Membran kann eine Masse aus einem elektrisch gut leitfähigen Material 159
angebracht, aufgelegt oder aufplattiert sein, um die Auswirkungen der Spule 152 zu
15 verstärken. Beginnt nun durch die Windungen der Spule 152 ein hoher Strom zu fließen, baut sich ein magnetisches Feld auf, in dessen Wirkungsbereich sich die Membran bzw. die Schicht 159 befindet. Membran bzw. Schicht 159 verhalten sich in der Regel wie eine Spule mit einer Windung (Kurzschlusswindung) mit sehr kleinem Kreiswiderstand. Damit wird in der Membran, sofern sie aus elektrisch leitfähigem
20 Material besteht oder in der Schicht 159, ein Strom induziert, dessen magnetisches Feld genau umgekehrt gerichtet ist wie das Erregerfeld der Spule 152 – Beide Felder und damit die damit verknüpften Stromfäden / Materialien stoßen sich daraufhin ab, die Membran wird aufgedrückt. Je nach Windungsverhältnis der Erregerspule zur Kurzschlusswindung der Membran bzw. Schicht 159 wird sich der induzierte Strom
25 entsprechend den Transformatorgleichungen einstellen, in der Regel ist der Strom um ein Mehrfaches größer als der Strom in der Erregerspule 152. Der Anker 151 hat lediglich die Aufgabe, dass die Spule während ihrer Funktionszeit örtlich arretiert wird und nicht in den Gasbehälter beschleunigt wird.

In Figur 16a finden die gleichen Vorgänge statt wie in Figur 15a, im Unterschied dazu
30 sind lediglich die Feldspule 152 und der Anker 151 im nicht vom Speichergas bedrückten Teil des Gasbehälters 10 eingebaut. Der Vorteil ist hier, dass die Spule einfacher angeschlossen werden kann, weil die Kabeldurchführungen nicht hermetisch





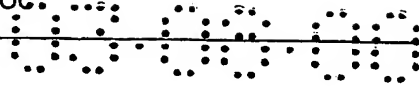
dicht verschlossen werden müssen, der Nachteil, dass nun Spule und Anker voll den Umgebungseinflüssen ausgesetzt sind, vor denen sie vorher durch das Speichergas zumindest geschützt wurden.

In Figur 17a finden ebenfalls die gleichen Vorgänge statt wie in Figur 15a und 16a, im Unterschied dazu wird lediglich eine äußere Feldspule 158 an den Gasbehälter 10 angelegt oder angebaut, die nun die Spule 152 quasi drahtlos mit Energie versorgt: Wurden bei Figur 15a und 16a die Erregerspulen 152 noch mit einem Kabel verbunden (ein- oder zweiadrig, je nachdem, ob man das Gehäuse 10 mit zur Stromführung verwenden will), wird in Figur 17a nur die äußere Erregerspule 158 an ein ein- oder zweiadriges Kabel angeschlossen, die primäre Erregerspule 152 selbst ist kurzgeschlossen, d.h. der Anfang und das Ende der Spule elektrisch direkt miteinander verbunden. Damit wird bei Erregung der Spule 158 zunächst in der Erregerspule 152 ein Strom induziert, welcher wiederum einen Strom in der Membran 160 bzw. der Schicht 159 induziert! – damit braucht der Gasbehälter 10 an keiner Stelle mehr wegen einer Kabelzuführung gebohrt werden, die zur Auslösung der Membran notwendige Energie wird also drahtlos von außen her eingeprägt bzw. übertragen. Hierbei ist es unerheblich, ob der Gasbehälter 10 aus Stahl oder einem anderen ferromagnetischen Stoff besteht, weil die von der Feldspule 158 erzeugten magnetischen Feldstärken so hoch sind, dass das hiervon betroffene Behältermaterial sofort in Sättigung geht und nur einen sehr kleinen Teil der Feldstärke quasi absorbiert bzw. abschirmt.

Figur 15b, 16b und 17b:

Die hier gezeichnete Anordnung verwendet prinzipiell die gleichen Anordnungen der Figuren 15a, 16a bzw. 17a, nur wird hier nicht die Membran oder eine darauf liegende oder aufplattierte Schicht vom Erregerfeld direkt beeinflusst, sondern zunächst eine Stanzvorrichtung, die insbesondere als Hohlneedle 154 ausgebildet ist. Wie vorher die Membran direkt, so wird nun diese Hohlneedle 154 von der Erregerspule abgestoßen und stanzt als folge die Membran auf. Es ist dies eine sehr sichere Methode, die allerdings ein Teil mehr, nämlich die Hohlneedle 154 benötigt und daher nur dann eingesetzt wird, wenn Membran und Schicht alleine nicht für die elektromagnetische Öffnung ausreichen oder geeignet sind.

DE 200 13 405 U 1



- Bei allen Figuren 15a bis 17b wird man in der Regel die oben geschilderten induzierten Ströme zur Erzeugung einer Kraft verwenden, die letztlich die Membran aufsticht, verletzt oder schwächt. In Sonderfällen, d.h. wenn die Auslösezeiten mehrere Millisekunden betragen dürfen (bei der Verwendung der induzierten Ströme alleine werden Auslösezeiten bzw. Öffnungszeiten von 10 bis 50 Mikrosekunden erreicht!!) wird man aber auch hier rein mit Elektromagneten bzw. Elektromagnetismus arbeiten:
- Für all diese Fälle wird entweder der Membranhalter 7 oder die Hohnadel 154 aus einem Dauermagneten hergestellt, so dass beim Stromdurchfluß durch die Erregerspule, der nun auch statisch in Form eines Gleichstromes sein kann, Kraft gegen diesen Dauermagneten ausgeübt wird und entweder den Membranhalter 7 abreißt oder die Membran über die nun paramagnetisch auszuführende Schicht 159 bedrückt wird.
- Nachdem man aber hier mit Elektromagnetismus und mit ferromagnetischem Material arbeiten muß, sind jedoch hier die erzeugbaren Kräfte relativ gering und erfordern damit besonders ausgelegte bzw. optimierte Membranen oder Membranhalter, die Sicherheitsabstände zwischen der Berstkraft und der im kommandierten Zeitpunkt aufbringbaren Kraft sind gegenüber der elektrodynamischen Methode mit induzierten Strömen sehr sehr klein!
- In Figur 18 und 19 ist aufgezeigt, welche Möglichkeiten für ein an Stelle einer Membran verwendetes Plattensystem für den hier vorgestellten mehrstufigen Gasgenerator bestehen:
- In Figur 18a besteht das Plattensystem aus einem äußeren Ring 96 und einer darin über die Raupe 97 eingeschweißten oder eingeklebten Platte 98. Wird diese zentrale Platte vom Projektil getroffen, wird sie ausgebrochen, was gleichbedeutend ist mit dem Aufplatzen einer sonst dort angebrachten Membran. Figur 18b zeigt den Fall, dass die Platte nicht wie 98 im Außenring 96 angebracht ist, sondern quasi vor der Platte, in Figur 18c sitzt die Platte in einer Aufnahmebohrung des Plattenhalters 104, so dass hier einmal die strömungswirksame Öffnung unabhängig ist von der Plattengröße und damit auch sowohl vom Öffnungsdruck (Der Speicherdruck p wirkt auf die gesamte Plattenfläche und erzeugt damit eine sehr hohe Kraft bzw. mit wachsendem Durchmesser der Platte eine linear wachsende Spannung in der Schweißnaht 102, wohinge-

DE 200 13405 U1

DE 200 13 405 U1

gen die strömungsbestimmende Fläche 105 stets gleich groß bzw. klein bleibt), wie auch von der Öffnungszeit (Die Öffnungszeit ist abhängig vom Druck p des Speichergases, der Masse der Platte 101 und von der Beschleunigungslänge 103) eingestellt werden kann!

5

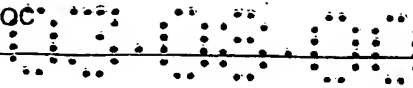
Figur 19a zeigt die Ausgestaltung einer Kombination aus Platte und Folie bzw. Membran: Im Plattenträger 106 ist eine im wesentlichen frei verschiebbare Platte 108 eingebracht, die auf der Speichergasseite von einer Folie bzw. Membran abgedeckt ist. Entweder die Folie / Membran oder die Platte 108 muß hierbei die Dichtfunktion gegenüber dem Speichergas übernehmen, in der Regel die Folie bzw. Membran.

10

Bei Überschreiten der Scherspannung der Folie bzw. Membran wird ein der Platte flächenmäßig entsprechender Teil der Folie / Membran ausgestanzt, wodurch die Öffnung für das Speichergas bei Druck p freigegeben wird. Je nach Dichtsystem und insbesondere je nach Masse der Platte 108, dem Ort beispielsweise eines dichtenden O-Rings am Umfang der Platte 109 und der Dicke der Platte 111, d.h. je nach der Länge des Beschleunigungswegs 113, kann hierbei eine Öffnungszeit vorbestimmt werden und damit beispielsweise eine bessere Entleerung des zeitlich vorher geöffneten Speichervolumens.

15

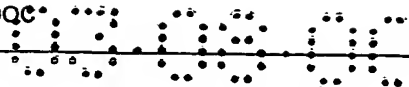
DE 200 13 405 U1



Patentansprüche

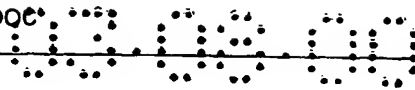
1. Mehrstufiger Gasgenerator, insbesondere für KFZ-Airbagsysteme,
 mit mindestens einem Gasbehälter (10, 68, 70), in welchem ein Vorratsgas ent-
 halten und/oder in welchem Gas erzeugbar und/oder welchem Gas zuführbar ist,
 wobei der Gasbehälter mindestens eine ansteuerbare Öffnungsvorrichtung
 (5,23,24,61,64,65,71,73,76,80,152,154) besitzt und ansonsten eine Hintereinan-
 derschaltung von internen Membran- oder Plattensystemen
 (9+30,22+88+91,22+88+114,33+34,35+36,114+41+42+47,44+45,46+43,54+42,
 130+43,132+45,133+43,134+45,121+69,67,72,74,75,78,160+7,96+98,96+99,10
 4+101,106+108+81) aufweist, die nach dem Öffnen der ersten Membran selbsttä-
 tig, quasi programmiert nacheinander aufgehen, damit das dahinter jeweils ge-
 speicherte Gas nach und nach freigeben, wobei die zugehörigen durchströmten
 Öffnungen hinsichtlich ihrer jeweils einzelnen Querschnitte und hinsichtlich der
 Gesamtquerschnittsfläche strömungsbestimmend für den Massenstrom des je-
 weils ausströmenden Gases ausgebildet sind.
2. Gasgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aus-
 lassöffnungen sich selbst steuernd nacheinander aufmachen, wenn die erste
 Membran vor den Auslassöffnungen 8 der Hintereinanderschaltung von Memb-
 ranen zerstört wird und letztendlich beispielsweise in ein Führungsrohrs, eine
 Wirbelkammer 159 oder einen Diffusor münden, welcher eine oder mehrere Aus-
 strömöffnungen (8) für das im Gasbehälter befindliche oder darin erzeugbare Gas
 aufweist.
3. Gasgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle von den
 Membran- oder Plattensystemen eingeschlossenen Volumina unterschiedlich
 groß sein können und mit ein und demselben Gas gefüllt sind.

DE 200 13405 U1



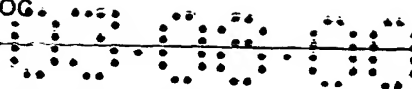
4. Gasgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle von den Membran- oder Plattensystemen eingeschlossenen Volumina unterschiedlich groß sein können und mit verschiedenen Gasarten gefüllt sind.
- 5 5. Gasgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle von den Membran- oder Plattensystemen eingeschlossenen Volumina unterschiedlich groß sein können und mit verschiedenen Gasdrücken gefüllt sind.
- 10 6. Gasgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweiligen Öffnungen der Membran- bzw. Plattensysteme jeweils eine unterschiedliche Öffnungsquerschnittsfläche aufweisen.
- 15 7. Gasgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweiligen Öffnungen der Membran- bzw. Plattensysteme in Strömungsrichtung jeweils einen unterschiedlichen Verlauf der Öffnungsquerschnittsfläche aufweisen.
- 20 8. Gasgenerator nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweiligen Öffnungen der Membran- bzw. Plattensysteme in Strömungsrichtung verjüngend, erweiternd oder in Form einer Laval-Düse ausgebildet sind.
- 25 9. Gasgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweiligen Öffnungen der Membran- bzw. Plattensysteme mittels jeweils einer zerstörbaren Membran bzw. ausdrückbaren Platte verschlossen sind.
- 30 10. Gasgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweiligen Öffnungen der Membran- bzw. Plattensysteme mittels jeweils mehreren zerstörbaren Membranen oder ausdrückbaren Platten verschlossen sind.

DE 200 13 405 U 1



11. Gasgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membranen eine örtlich konstante Wandstärke aufweisen.
- 5 12. Gasgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membranen eine örtlich variable Wandstärke aufweisen, um so bereits durch eine eingebaute Stufe funktionell eine Zweistufigkeit zu erreichen.
- 10 13. Gasgenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gasgenerator als Hybrid-Gasgenerator ausgebildet ist, welcher zumindest in einer Brennkammer (2) angeordnete Treibladungen aufweist, wobei die Brennkammer über jeweils einen Führungskanal (15') mit dem Gasbehälter (10) so verbunden ist, dass das erste Volumen hinter der ersten Membran der Hintereinanderschaltung von Membranen vom Heißgasstrahl aus der Brennkammer gefüllt wird, wenn die erste Membran ganz oder teilweise zerstört ist.
- 15 14. Gasgenerator nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Führungskanal (15') ein Projektil (5) vorgesehen ist, welches durch den Gasdruck der Treibladungen beschleunigbar ist und zur Zerstörung der ersten, vor ihm sich befindlichen Membran dient.
- 20 15. Gasgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Membran vor den Ausströmöffnungen 8 durch im Gasbehälter 10 oder außerhalb des Gasbehälters 10 vorgesehene ansteuerbare Öffnungsvorrichtungen zerstörbar ist.
- 25 16. Gasgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Membran vor den Ausströmöffnungen 8 durch ein im Gasbehälter 10 oder außerhalb des Gasbehälters 10 angebrachtes Stützelement abgestützt wird und dass dieses Stützelement durch einen ansteuerbaren Aktuator entfernbar oder zerstörbar ist, wobei die damit abgestützte Membrane so dimensioniert ist,
- 30

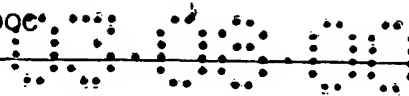
DE 200 13 405 U1



dass sie durch den im mit ihr abgesperrten Gas herrschenden Gasdruck zerstörbar ist, wenn die Abstützwirkung des Stützelementes entfällt.

- 5 17. Gasgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Membran vor den Ausströmöffnungen 8 durch ein im Gasbehälter 10 oder außerhalb des Gasbehälters 10 angebrachte, in ihr selbst Wirbelströme erzeugende Baugruppe zerstört wird, wobei die hier entstehenden Kräfte für seine Zerstörung genutzt werden.
- 10 18. Gasgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Membran vor den Ausströmöffnungen 8 durch ein im Gasbehälter 10 oder außerhalb des Gasbehälters 10 angebrachte, in ihr selbst Wirbelströme erzeugende Baugruppe zerstört wird, wobei die Materialaufweichung durch die schlagartige Erhitzung der Membran durch die in ihr induzierten Sekundär- bzw. 15 Wirbelströme für seine Zerstörung genutzt werden.
- 20 19. Gasgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Membran vor den Ausströmöffnungen 8 durch ein im Gasbehälter 10 oder außerhalb des Gasbehälters 10 angebrachte, in ihr selbst Wirbelströme erzeugende Baugruppe zerstört wird, wobei die Wirbelströme in einem als Werkzeug dienenden Teil 154 erzeugt werden, das danach von der Spule abgedrückt wird und dadurch die Membran rein mechanisch zerstört.
- 25 20. Gasgenerator nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Energie für die Erregerspule 152 von außen über eine Feldspule 158 in den Gasgenerator eingestrahlt wird und damit die Erregerspule nach außen nicht mit einem Kabel versorgt werden muß.
- 30 21. Gasgenerator nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungszeit eines beliebigen Plattensystems durch Lauflänge 103, Masse der Platte 101 und den auf die Platte wirkenden Druck p eingestellt wird.

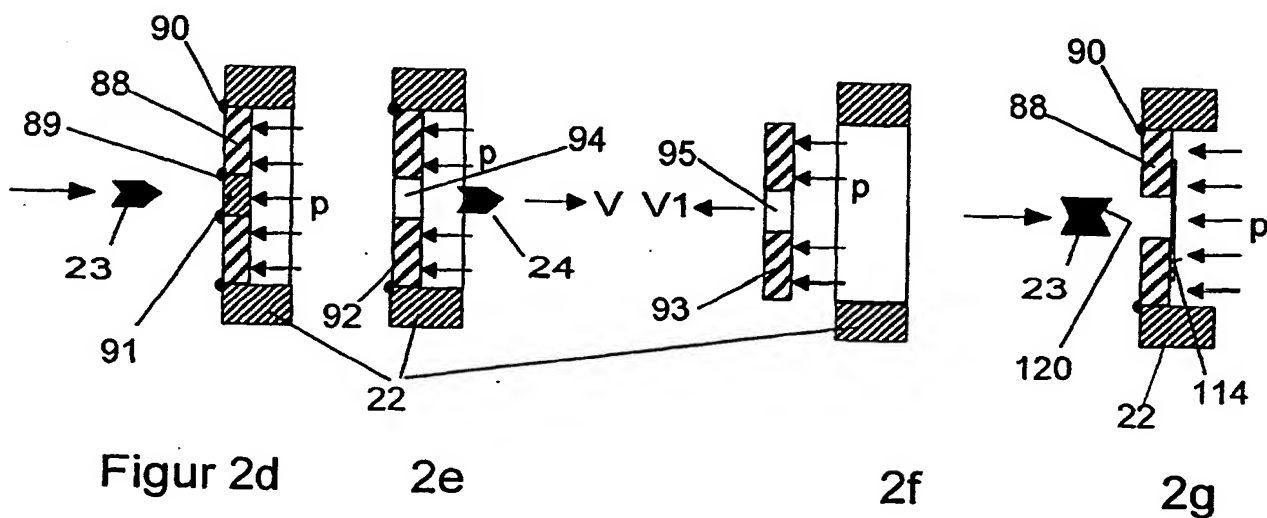
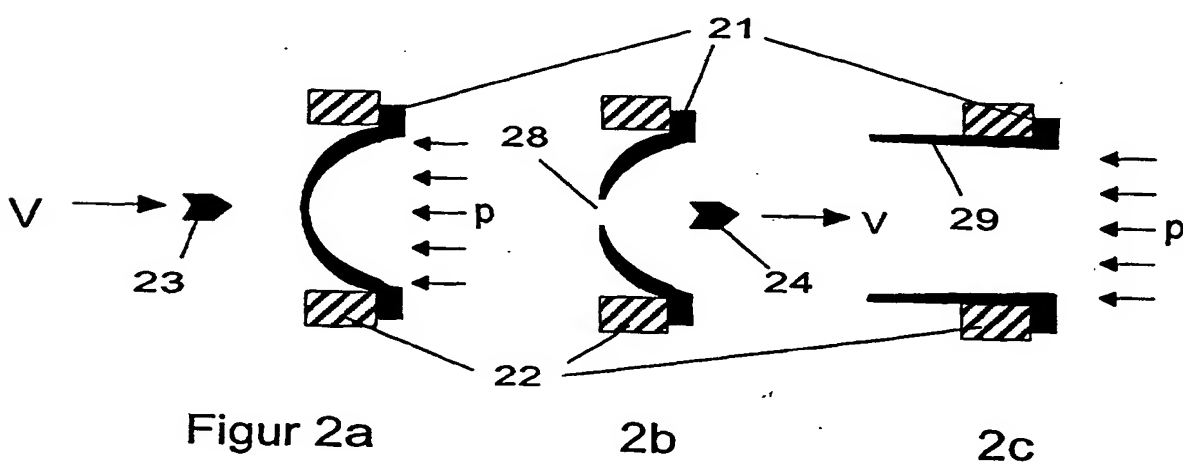
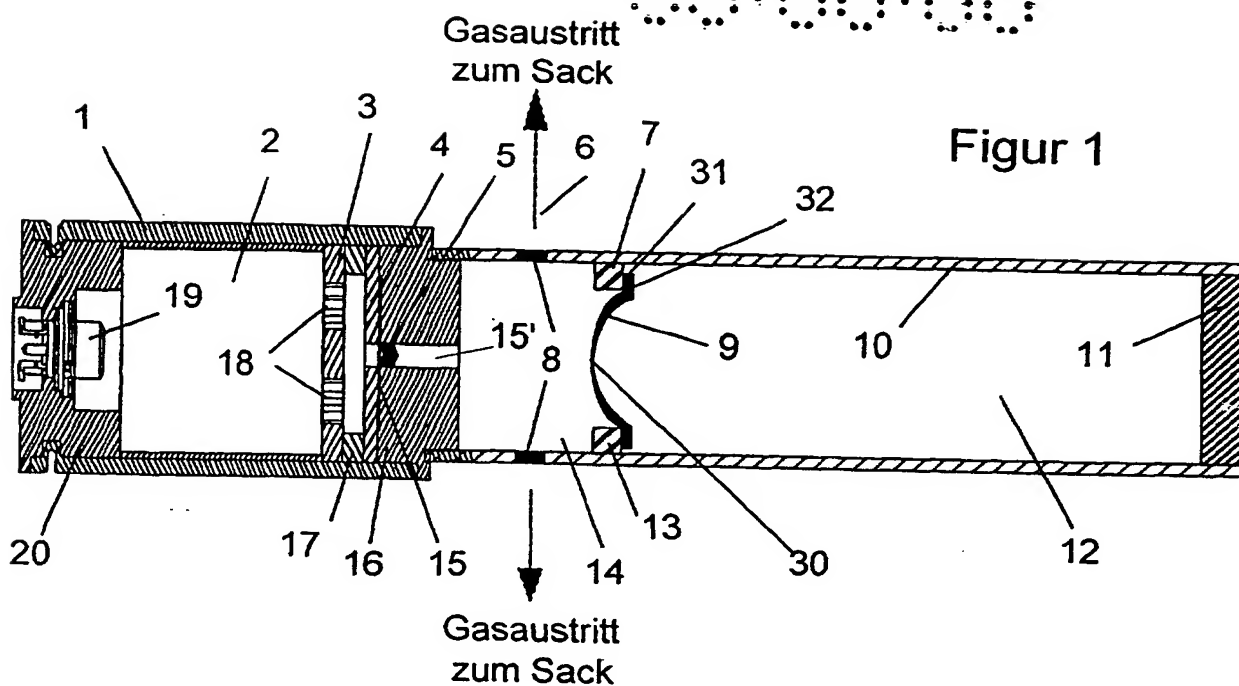
DE 200 13 405 U1



22. Gasgenerator nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zuerst auf die erste Membran auftreffende Fläche des Projektils 5 so geformt ist, dass es als Werkzeug wirkt, insbesondere konkav geformt ist.
- 5 23. Gasgenerator nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zuerst auf die erste Membran auftreffende Fläche des Projektils 5 so geformt ist, dass es als Penetrator wirkt, insbesondere konvex geformt ist.
- 10 24. Gasgenerator nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zuerst auf die erste Membran auftreffende Fläche des Projektils 5 so geformt ist, dass es als Wuchstab wirkt, insbesondere eben/flach geformt ist.
- 15 25. Gasgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Membran vor den Ausströmöffnungen 8 durch im Gasbehälter 10 oder außerhalb des Gasbehälters 10 durch einen pyrotechnischen, elektromagnetischen oder pneumatisch betätigten Aktuator 64,65,71,73 zerstörbar ist.
- 20 26. Gasgenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Membran vor den Ausströmöffnungen 8 durch eine die Brennkammer 63 verschließende Membran 61 aufgeschossen wird.
- 25 27. Gasgenerator nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in der Brennkammer 63 eingebrachte Treibladung 150 so groß bemessen ist, dass längere Zeit ein Heißgas / Plasmastrom in das Volumen 138 nach der ersten ganz oder teilweise zerstörten Membran 69 einströmen kann.
- 30 28. Gasgenerator nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Brennkammer 63 auslaßseitig als Düse 122 geformt ist.

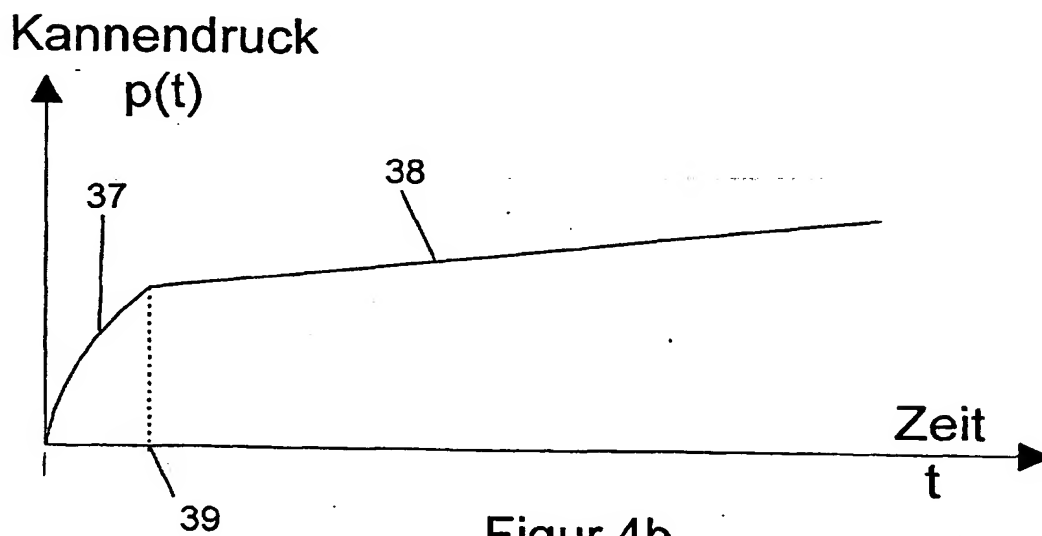
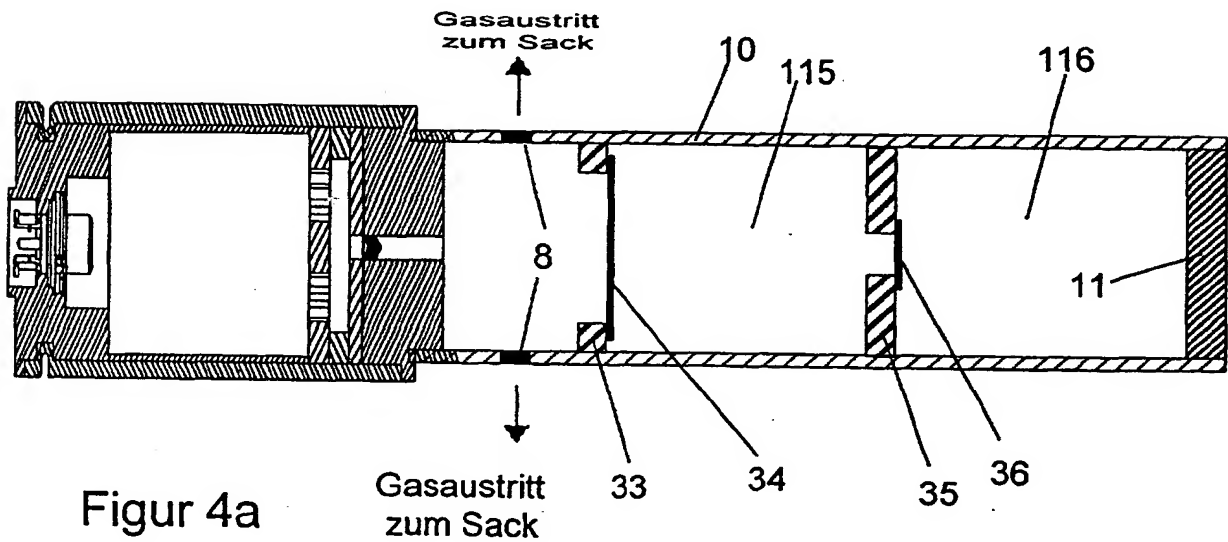
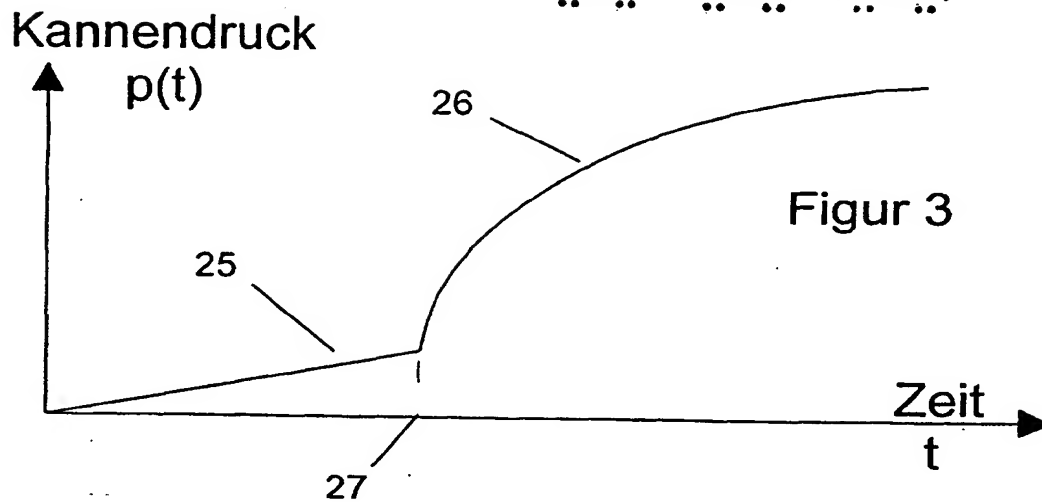
DE 200 13405 U1

03.08.00



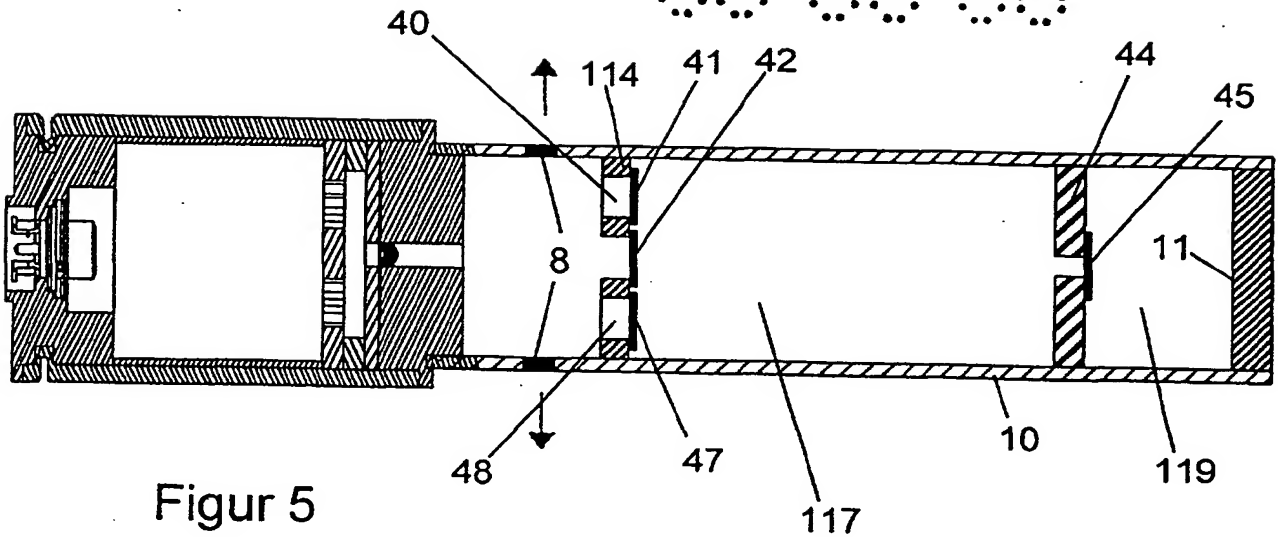
DE 200 13405 U1

03.08.00

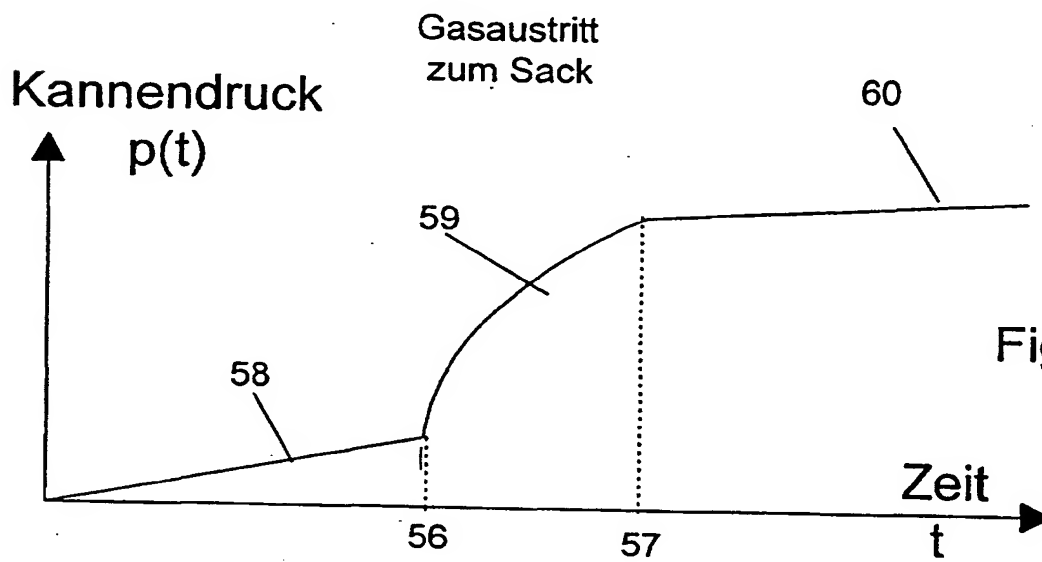


DE 200 13 405 U1

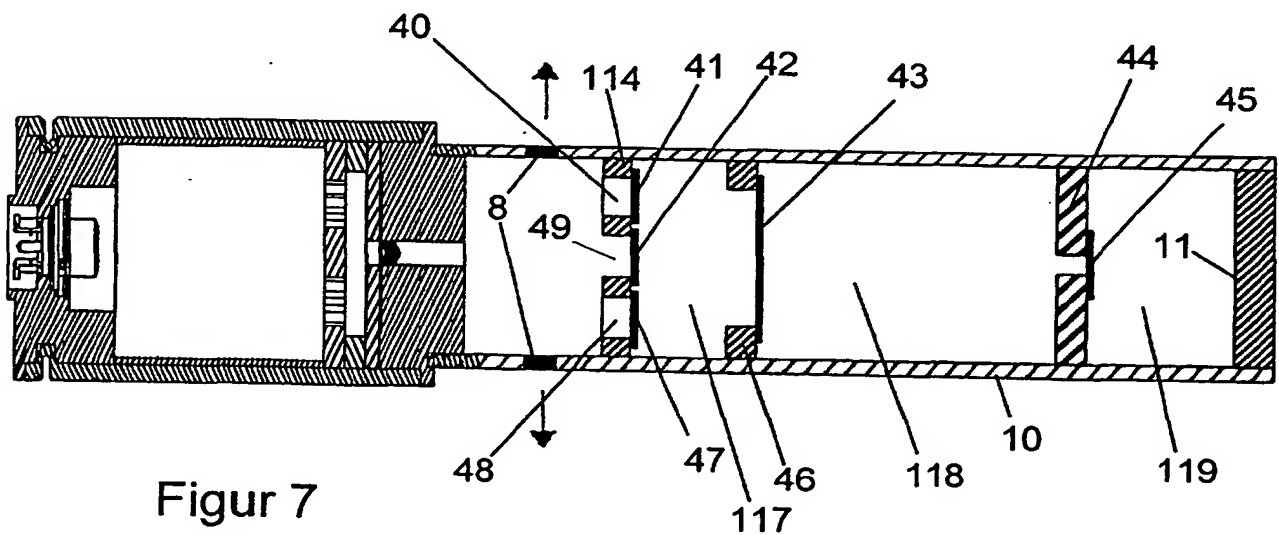
03.08.00



Figur 5



Figur 6

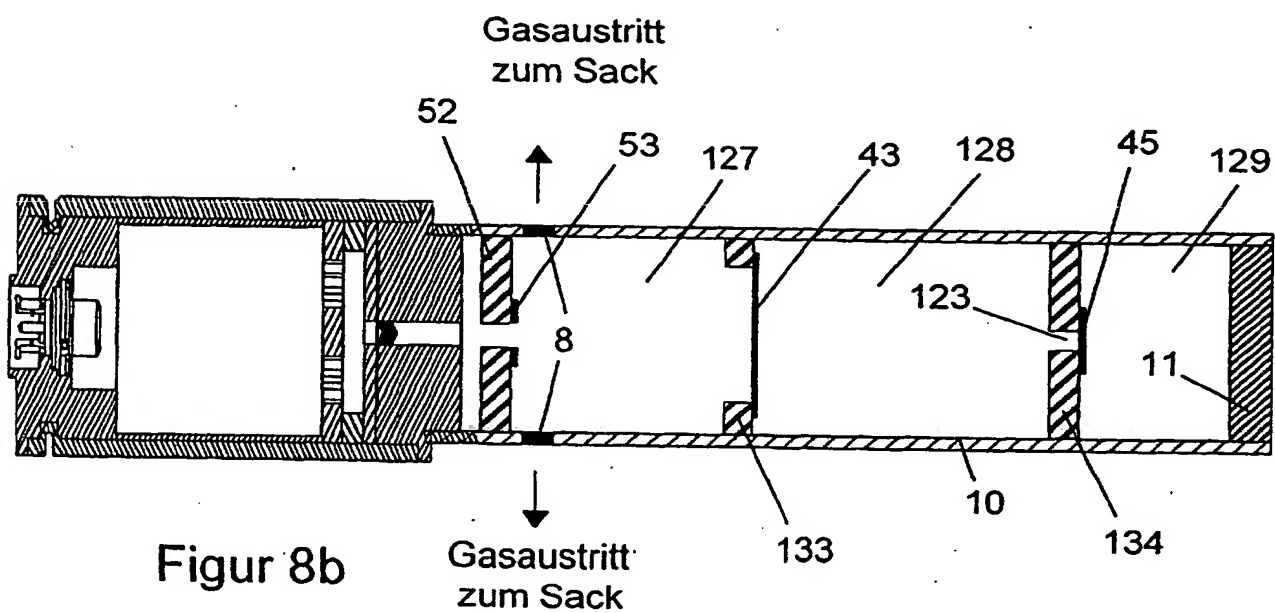
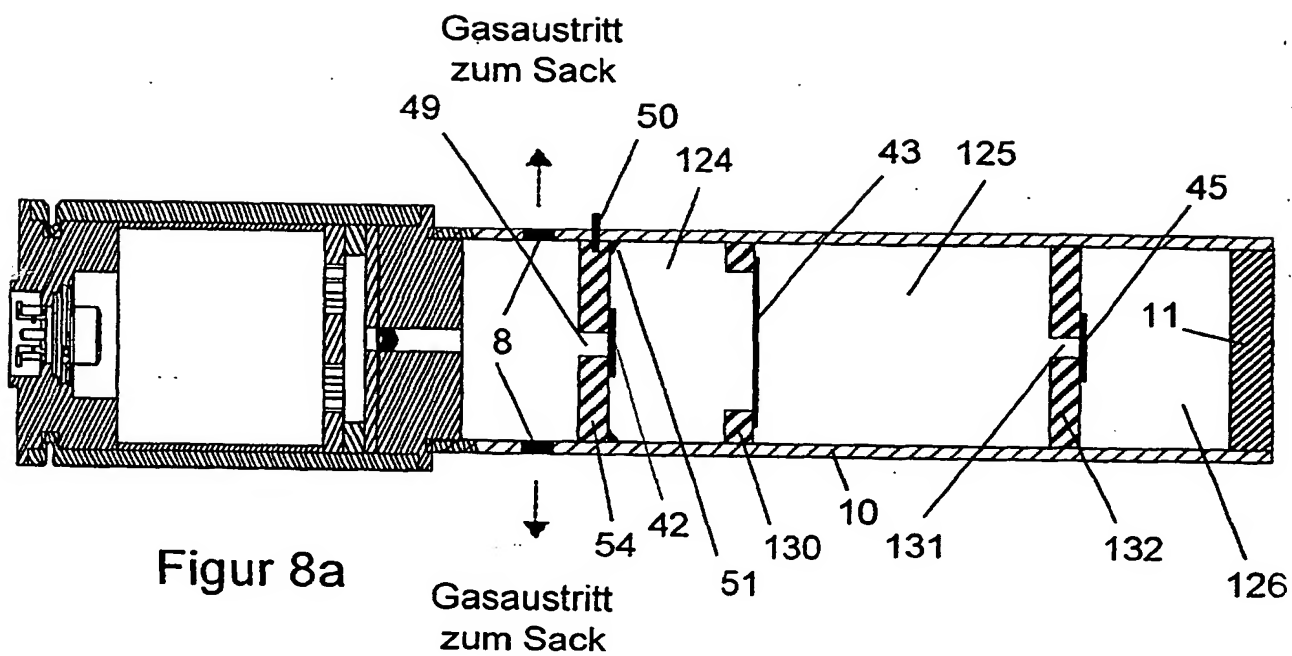


Figur 7

Gasaustritt
zum Sack

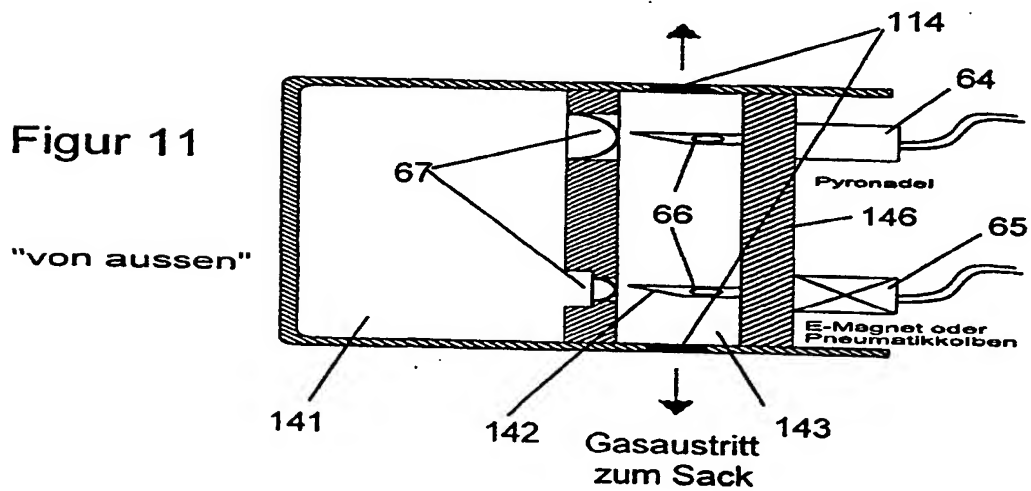
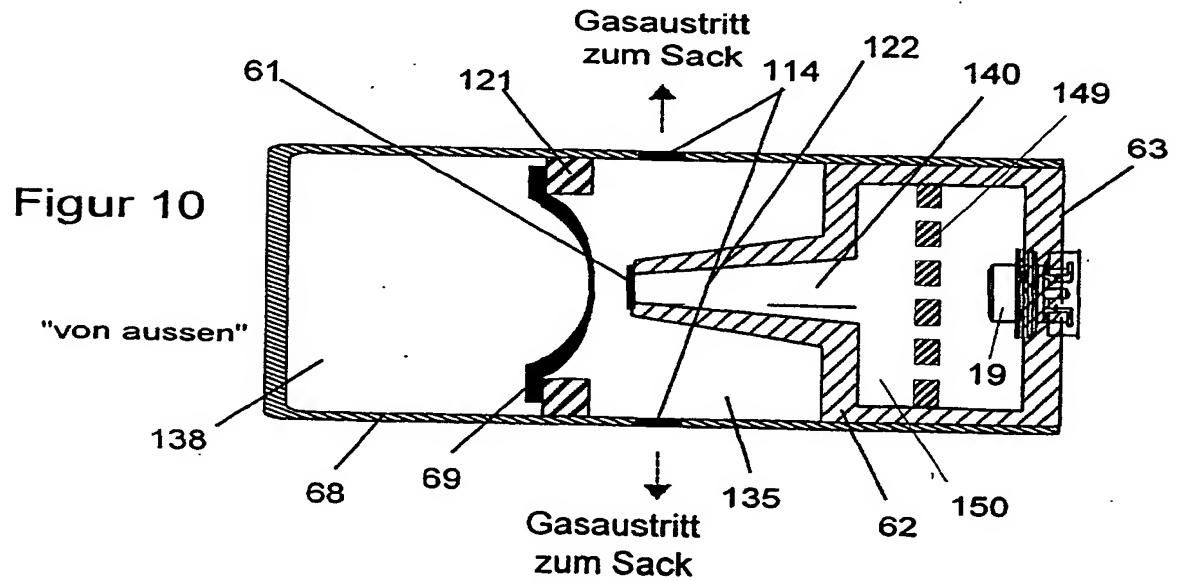
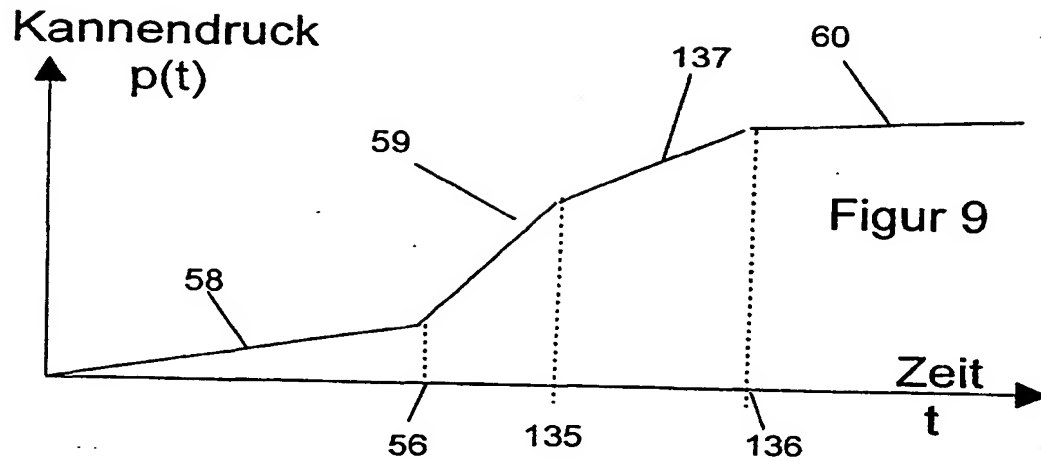
DE 200 13 405 U1

03.08.00



DE 200 13 405 U1

03.08.00

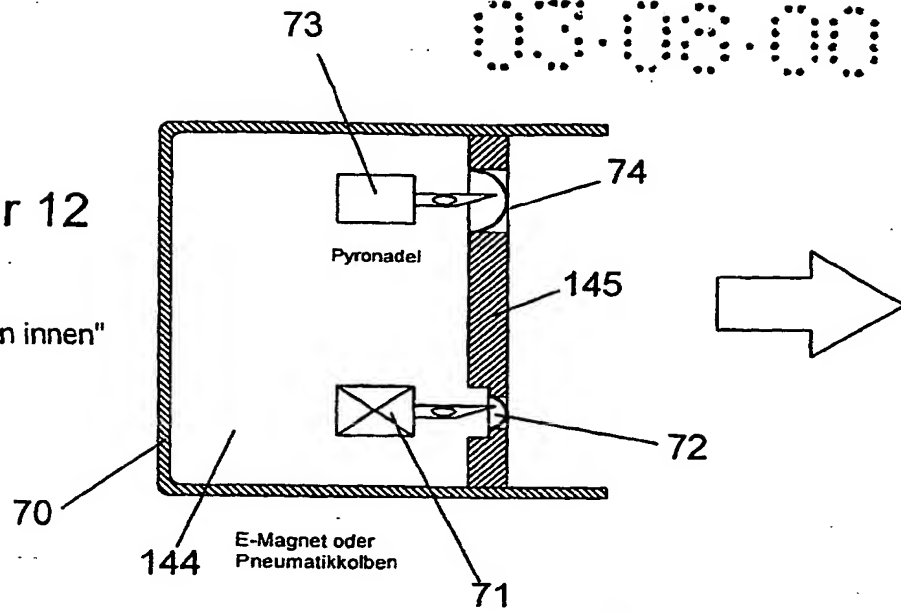


DE 200 13405 U1

03.08.00

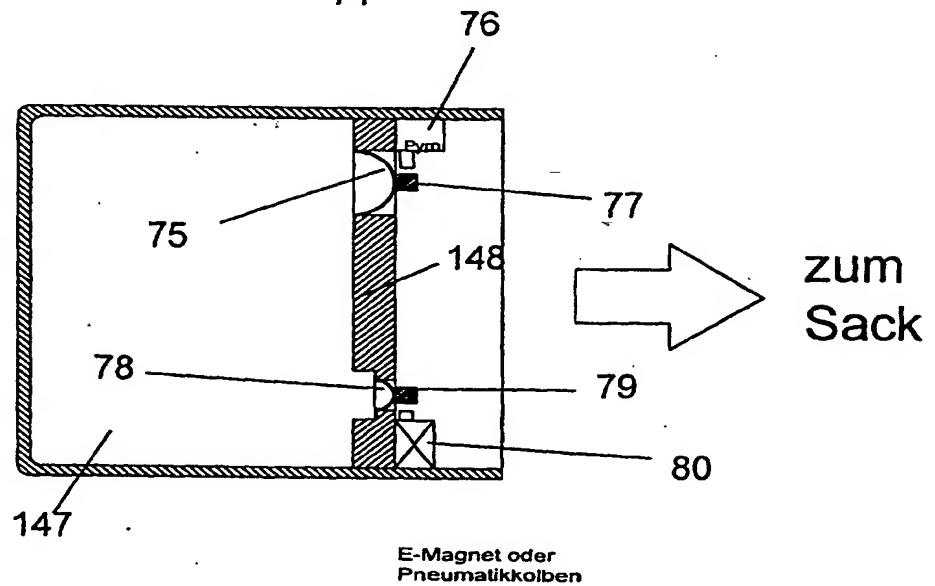
Figur 12

"von innen"

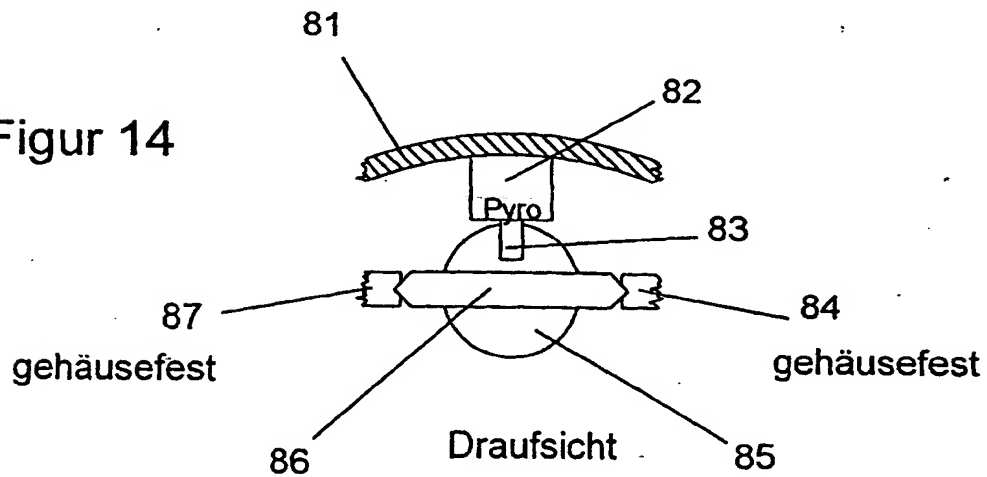


Figur 13

"von aussen"

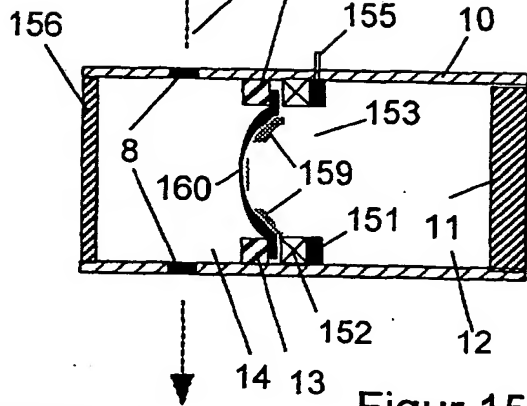


Figur 14

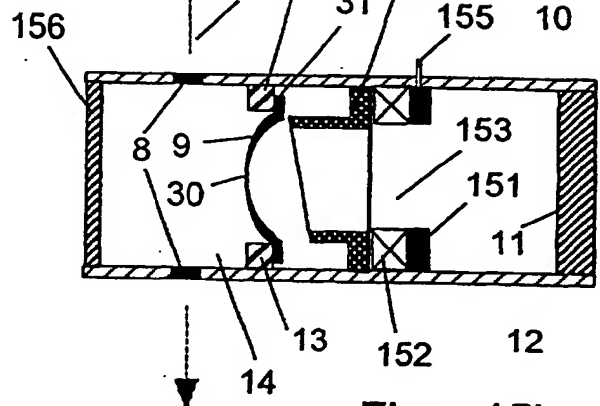


DE 200 13 405 U1

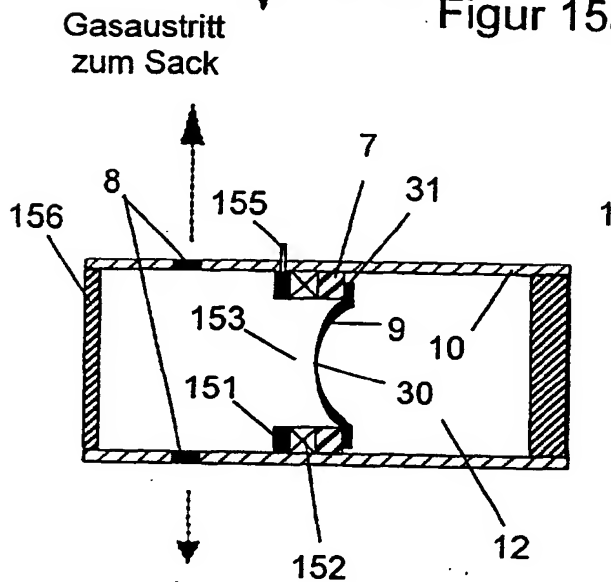
**Gasaustritt
zum Sack**



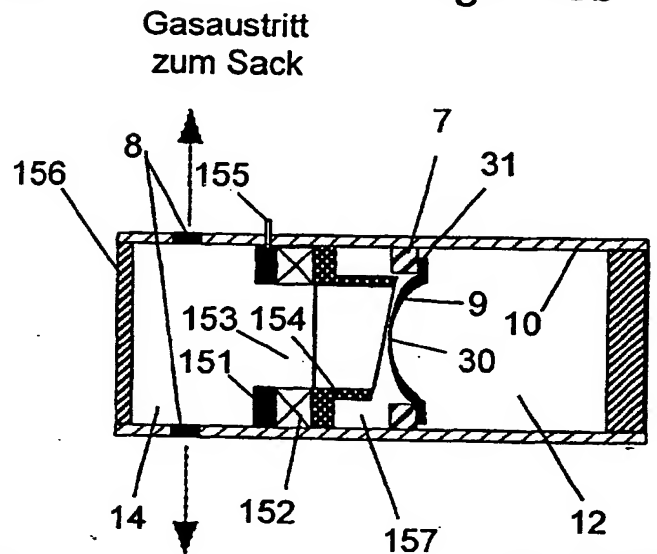
Figur 15a



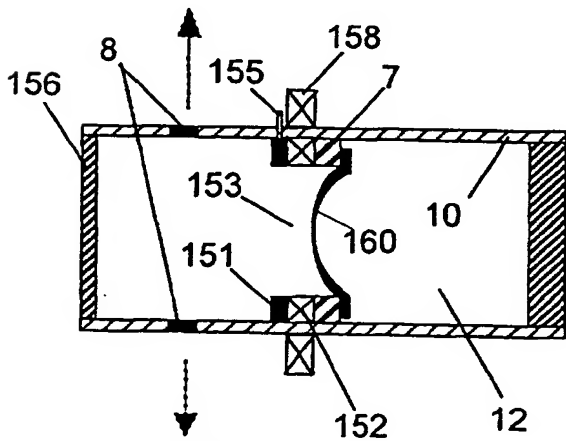
Figur 15b



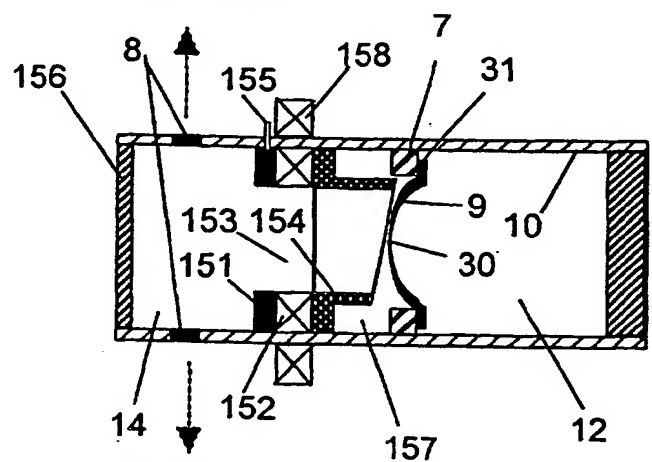
Figur 16a



Figur 16b



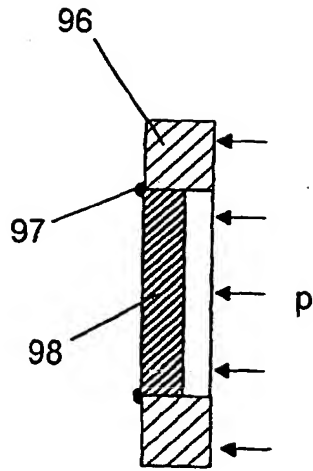
Figur 17a



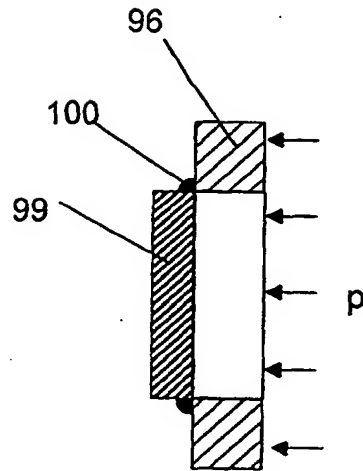
Figur 17b

DE 200 13 405 U.1

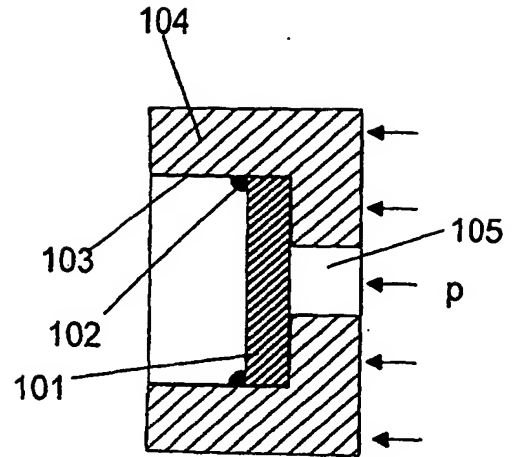
03.08.00



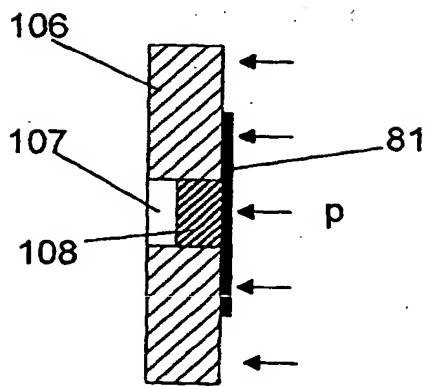
Figur 18a



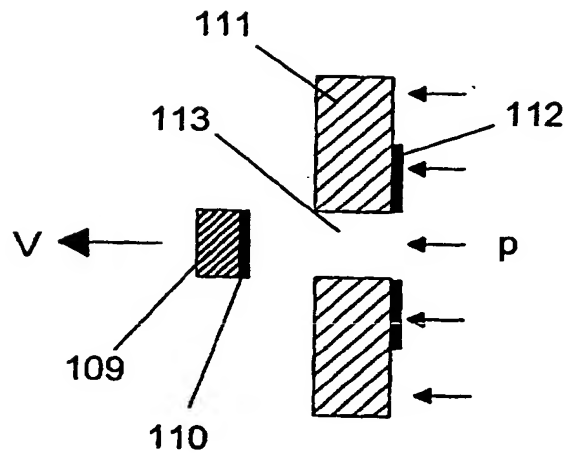
18b



18c



Figur 19a



19b

DE 200 13 405 U1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)